

Sumari

A	CÀLCULS	3
A.1	Dinàmica del carro	3
A.2	Força de fregament entre el carro i els elements fixes.....	5
A.3	Coeficient de fregament aparent entre la politja i la corretja.....	7
A.4	Tensió mínima de la corretja per a evitar el lliscament	8
A.5	Tensió de treball de la corretja	10
A.6	Sol·licitacions de la corretja	11
A.7	Càrrega radial del motor.....	12
A.8	Verificació dels rodaments del motor	14
A.9	Càlculs del mecanisme actuant.....	17
A.9.1	Estimació de la rigidesa aparent desitjada	17
A.9.2	Disseny del mecanisme de palanca	18
A.9.3	Selecció de la molla de càrrega.....	22
A.10	Manegament per interferència de la politja amb l'eix del motor	25
A.11	Càlculs del motor	28
A.12	Freqüències d'excitació en el banc	32
A.13	Força exercida per la molla de flexió de l'estri de mesura	33
A.14	Desviació en la mesura del desgast deguda a les variacions de temperatura...	38
B	FOTOS DEL BANC.....	39
C	CATÀLEGS.....	41
D	MANUAL DEL CONTROLADOR.....	61
E	CONTINGUT DEL CD.....	73
F	PLÀNOLS	





A Càlculs

A.1 Dinàmica del carro

El carro, amb una massa total $m_{\text{carro}} = 1393$ g, està fabricat principalment amb peces d'alumini, però amb alguns elements d'acer, de llautó i de plàstic, com es pot apreciar a la Taula A.1.

Material	Massa	%	Densitat
Alumini	957 g	68,7	2,7 g/cm ³
Acer	359 g	25,8	7,8 g/cm ³
Plàstic	45 g	3,2	1,5 g/cm ³
Llautó	32 g	2,3	8,4 g/cm ³

Taula A.1 Densitat dels materials que componen el carro

La posició exacte del centre de masses del carro, respecte a l'origen de coordenades del carro és la següent:

$$x = 88,98 \text{ mm}$$

$$y = 0,03 \text{ mm}$$

$$z = 3,00 \text{ mm}$$

La Fig. A.1 mostra les forces que actuen sobre el carro, així com la posició del centre de masses. El carro és estirat per la corretja amb una força F , i dues forces de fricció s'oposen al moviment: la força de fricció en els contactes, $F_{f,C}$, aplicada al centre de la barra, i la força de fricció dels patins amb la guia, $F_{f,P}$. La primera és de valor constant, depenent de la càrrega dels contactes, i en el cas més crític, pot arribar a

$$F_{f,C} = 40 \text{ N}$$



La segona és proporcional a la força normal de contacte dels patins amb la guia, de forma que

$$F_{f,P} = \mu_{\text{patí-guia}} \cdot (|N_1| + |N_2|) \quad (\text{A.1})$$

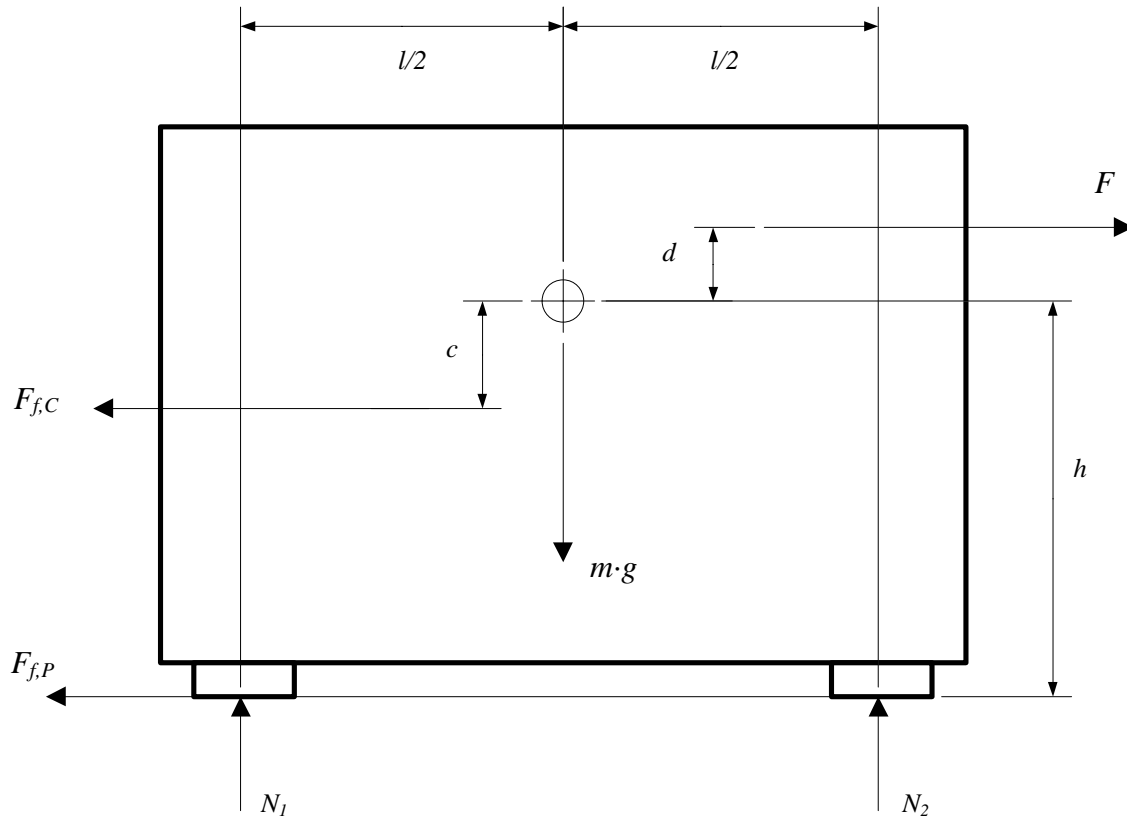


Fig. A.1 Diagrama de forces del carro

Igualant les forces verticals en un i altre sentit,

$$N_1 + N_2 = m_{\text{carro}} \cdot g \quad (\text{A.2})$$

i igualant els moments que fan les forces en el centre de masses,

$$d \cdot F + c \cdot F_{f,C} + h \cdot F_{f,P} + \frac{l}{2} \cdot N_1 = \frac{l}{2} \cdot N_2 \quad (\text{A.3})$$



es pot calcular la força F que s'ha d'aplicar per mitjà de la corretja per a aconseguir l'acceleració desitjada del carro, essent

$$F = F_{f,C} + F_{f,P} + m_{\text{carro}} \cdot a \quad (\text{A.4})$$

Per aconseguir una acceleració del carro $a = 9,5 \text{ m/s}^2$, amb les característiques geomètriques i dels contactes que mostra la Taula A.2, s'obtenen els resultats presentats a la Taula A.3.

m_{carro}	1393 g
l	106,00 mm
d	8,51 mm
h	42,24 mm
c	6,20 mm
$\mu_{\text{patí-guia}}$	0,18
$F_{f,C}$	40 N

Taula A.2 Valors característics del carro i dels contactes

F	56,11 N
N_1	-1,16 N
N_2	14,82 N
$F_{f,P}$	2,88 N

Taula A.3 Resultats

A.2 Força de fregament entre el carro i els elements fixos

La força de fregament entre el carro i els elements fixos a la bancada, és a dir, les guies i la barra, és la que s'oposa al moviment del carro i es pot separar en dos termes:

$$F_f = F_{f_{\text{guies}}} + F_{f_{\text{contactes}}}, \quad (\text{A.5})$$

essent $F_{f_{\text{guies}}} = 2,88 \text{ N}$, calculat a l'apartat anterior per a un coeficient de fregament dels patins amb les guies $\mu_{\text{guies}} = 0,18$ (en el pitjor cas, segons les dades del fabricant per al material Iglide[®] J) i



$$F_{f_{contactes}} = F_{contactes} \cdot \mu_{contactes} \quad (\text{A.6})$$

on la càrrega total dels contactes $F_{contactes}$ és la suma de les forces en els 10 contactes,

$$F_{contactes} = \sum_{i=1}^{10} F_{contacte_i} \quad (\text{A.7})$$

El coeficient de fregament en el contacte dels coixinets amb la barra és $\mu_{contactes} = 0,2$ (es pren el cas més crític, sense lubricar).

Encara que no es preveu que, en el funcionament normal de la màquina, tots el contactes siguin carregats al màxim, per a calcular el fregament es considera que cada contacte està carregat amb $F_{contacte_i} = 20 \text{ N}$. La força de fregament en els contactes és, aleshores,

$$F_{f_{contactes}} = 10 \cdot 20 \cdot 0,2 = 40 \text{ N}$$

Cal remarcar que per al càlcul se suposa una correcta distribució de les càrregues aplicades en els contactes, de forma que les càrregues en ambdós costats siguin simètriques. Si les càrregues no es distribuïssin correctament, apareixeria un component de fregament del contacte lateral del patí amb la guia.

La força de fregament total entre el carro i els elements fixes és, en el cas més crític,

$$F_f = 42,88 \text{ N}$$



A.3 Coeficient de fregament aparent entre la politja i la corretja

El fet que la politja i la corretja siguin dentades fa necessari estimar un coeficient de fregament aparent entre aquests dos elements. A causa de les dents, aquest coeficient no coincideix amb el corresponent a una superfície de polièster en contacte amb una de llautó.

Per a calcular el coeficient de fregament aparent se suposa el cas on dues dents de diferents materials estan en contacte i s'exerceixen dues forces, F i N , com mostra la Fig. A.2.

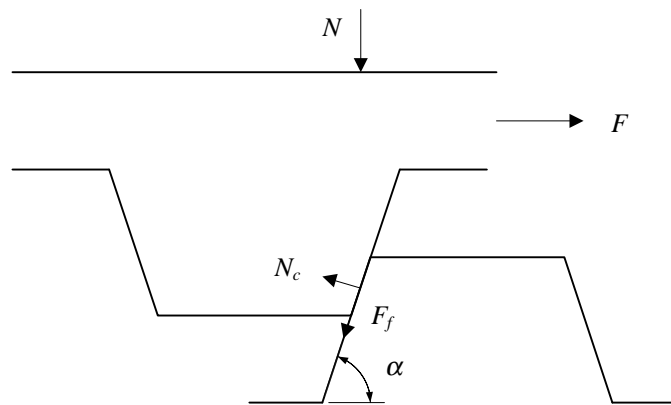


Fig. A.2 Esquema de forces en el contacte entre dues dents de perfil trapezoïdal

Igualant a zero la suma de forces verticals es té:

$$\sum F_V = 0 \quad (\text{A.8})$$

$$N_c \cdot \cos \alpha - F_f \cdot \sin \alpha = N \quad (\text{A.9})$$

$$F_f = \mu \cdot N_c \quad (\text{A.10})$$

$$N = N_c \cdot (\cos \alpha - \mu \cdot \sin \alpha) \quad (\text{A.11})$$

I igualant a zero la suma de les forces horitzontals:

$$\sum F_H = 0 \quad (\text{A.12})$$

$$N_c \cdot \sin \alpha + F_f \cdot \cos \alpha = F \quad (\text{A.13})$$

$$F_f = \mu \cdot N_c \quad (\text{A.14})$$

$$F = N_c \cdot (\sin \alpha + \mu \cdot \cos \alpha) \quad (\text{A.15})$$



Aleshores, es defineix el coeficient de fregament aparent com

$$\mu_{aparent} = \frac{F}{N} = \frac{\sin \alpha + \mu \cdot \cos \alpha}{\cos \alpha - \mu \cdot \sin \alpha} \quad (\text{A.16})$$

Per a la corretja i politja d'aquest projecte, l'angle que formen les dues cares de la dent és

$$\alpha = 60^\circ$$

i el coeficient de fregament entre el polièster i el llautó s'aproxima a

$$\mu = 0,18$$

Així, d'aquest càlcul s'obté un coeficient de fregament aparent

$$\mu_{aparent} = 2,78$$

A.4 Tensió mínima de la corretja per a evitar el lliscament

La condició límit de lliscament d'una corretja que abraça una politja motriu un angle α , ve donada per l'expressió

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\mu_{aparent} \cdot \alpha} \quad (\text{A.17})$$

essent $T_1 > T_2$ les tensions de la corretja a un costat i a l'altre del carro, i $\mu_{aparent}$ el coeficient de fregament aparent entre la politja i la corretja, calculat a l'apartat A.3.



La Fig. A.3 mostra el moment més crític per a que hi hagi lliscament, en el moment en què el carro accelera, ja que la força de fregament F_f , que s'oposa a l'avanç del carro, és de sentit contrari a l'acceleració.

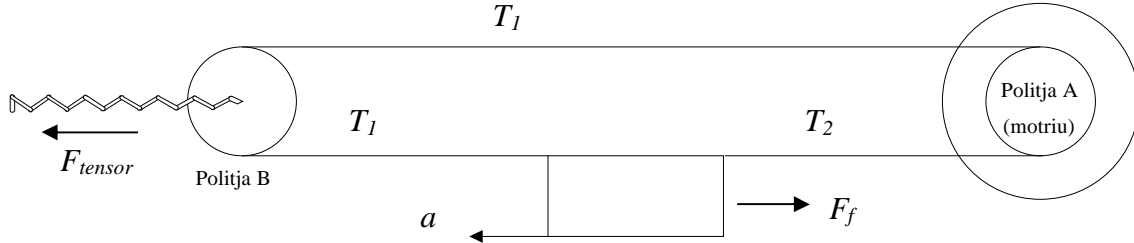


Fig. A.3 Diagrama de forces per al carro en acceleració, el moment més crític per al lliscament

Suposant que la polija B és d'inèrcia menyspreable, la tensió T_1 de la correa és la mateixa a un costat i a un altre d'aquesta polija. Així, imposant la condició d'equilibri de la polija B,

$$T_1 = \frac{F_{tensor}}{2} \quad (\text{A.18})$$

i sabent que

$$T_1 - T_2 - F_f = m \cdot a \quad (\text{A.19})$$

essent m la massa total del carro i a , l'acceleració del carro.

La força mínima que ha de fer el tensor per a evitar el lliscament, quan el carro accelera de la polija A a la polija B, combinant les equacions (A.17), (A.18) i (A.19), ve donada per l'expressió

$$F_{tensor,min} = \frac{2 \cdot (m \cdot a + F_f) \cdot e^{\mu_{aparent} \cdot \alpha}}{e^{\mu_{aparent} \cdot \alpha} - 1} \quad (\text{A.20})$$

on els paràmetres prenen els valors següents:



$$m = 1,393 \text{ kg}$$

$$a = 9,5 \text{ m/s}^2$$

$$F_f = 42,88 \text{ N}$$

$$\mu_{aparent} = 2,78$$

$$\alpha = \pi \text{ rad}$$

Substituint aquests valors a l'expressió (A.20) s'obté, finalment,

$$F_{tensor_{min}} = 112,25 \text{ N}$$

Cal remarcar que, per a aquests càlculs, s'ha considerat la corretja com un element de rigidesa infinita i de massa negligible.

A.5 Tensió de treball de la corretja

El tensor de la corretja, aprofitat d'una impressora comercial, està dissenyat per a funcionar exercint una força $F = 216 \text{ N}$ (repartit en 2 molles idèntiques) amb una compressió de les molles $\Delta l = 12 \text{ mm}$. Cada molla té una longitud inicial $L_0 = 25,4 \text{ mm}$ i una constant de rigidesa $k = 9 \text{ N/mm}$.

Per a integrar aquest tensor en la màquina que s'ha dissenyat, s'han fixat unes condicions de funcionament per sota de les nominals en el funcionament d'una impressora, però amb un coeficient de seguretat que garanteixi que la corretja no patina damunt la politja en les condicions més crítiques de funcionament.

Així, es fixa una compressió de les molles $\Delta l = 9,4 \text{ mm}$, que equival a una força exercida pel tensor

$$F_{tensor} = 2 \cdot k \cdot \Delta l = 2 \cdot 9 \cdot 9,4 = 169,20 \text{ N} \quad (\text{A.21})$$



Com s'ha vist a l'apartat anterior, la força mínima que ha d'exercir el tensor per evitar el lliscament de la corretja és

$$F_{\text{tensor}_{\min}} = 112,25 \text{ N}$$

amb la qual cosa el coeficient de seguretat per evitar el lliscament esdevé

$$C_s = \frac{F_{\text{tensor}}}{F_{\text{tensor}_{\min}}} = \frac{169,20}{112,25} = 1,5 \quad (\text{A.22})$$

En aquestes condicions, la tensió de treball de la corretja és

$$T_1 = \frac{F_{\text{tensor}}}{2} = 84,6 \text{ N} \quad (\text{A.23})$$

A.6 Sol·licitacions de la corretja

La corretja està sotmesa a tensions variables, de valor màxim $T_1 = 84,6 \text{ N}$ i les seves característiques són les següents:

- Secció: MXL
- Amplada: 16 mm
- Pas de dent: 2,032 mm (0,080")
- Material: Polièster reforçat amb fibres de Kevlar®

L'amplada d'aquesta corretja no és estàndard sinó que ha estat fabricada expressament per a una impressora que comercialitza l'empresa. Aquest fet fa difícil estimar la vida útil teòrica de la corretja, tant per l'excepcionalitat del cas com per les característiques del cicle que fa la màquina. En canvi, la corretja ha estat validada, per a la seva utilització en algunes impressores, mitjançant un procés d'assaig experimental.



Els requisits que es demanen al proveïdor de la corretja, així com els assajos experimentals realitzats per a validar la corretja es detallen a continuació i són els criteris principals de selecció de la corretja per al banc d'assaig que s'ha dissenyat.

El conjunt de la corretja, és a dir els seus dos ramals, units amb la grapa inversora, ha de resistir 9 milions de cicles de fatiga. Cada cicle comença amb una força de tensió de 32 N, augmenta fins a 232 N i decreix fins a 32 N novament. Igualment, el conjunt ha de resistir una força puntual 450 N sense trencar-se.

El protocol d'assaig resumit per a la verificació d'una corretja és el següent:

- La longitud total a assajar ha de ser de 600 mm, inclosa la grapa.
- La freqüència ha de ser de 40 cicles per segon.
- L'assaig finalitza quan la corretja o la grapa es trenquen o si s'arriba als 11 milions de cicles.

En principi, doncs, la corretja ha de resistir correctament, amb les condicions de funcionament del banc d'assaig, els 9 milions de cicles. No obstant, es recomana a l'usuari la seva substitució abans d'arribar a aquest nombre de cicles.

A.7 Càrrega radial del motor

La força radial, F_r , aplicada a l'eix del motor per mitjà de la corretja té un valor, en cada instant, igual a la suma de les tensions en les dues branques de la corretja

$$F_r = T_1 + T_2 \quad (\text{A.24})$$

El valor d'aquesta força no és constant, sinó que evoluciona al llarg de cada cicle de la màquina. Es distingeixen 8 trams per cicle que corresponen als 3 trams del perfil de velocitat trapezoïdal en els dos sentits de moviment del carro, més els dos trams de repòs abans de canviar de sentit.



El cicle es divideix en dues meitats diferenciades (Fig. A.4), la primera en què el carro es mou del motor cap al tensor, i la segona en què es mou del tensor cap al motor. Per al càlcul es pren com a sentit positiu de les forces i acceleracions els sentits dibuixats a la Fig. A.3 (apartat A.4), és a dir, els corresponents al moviment des del motor cap al tensor.

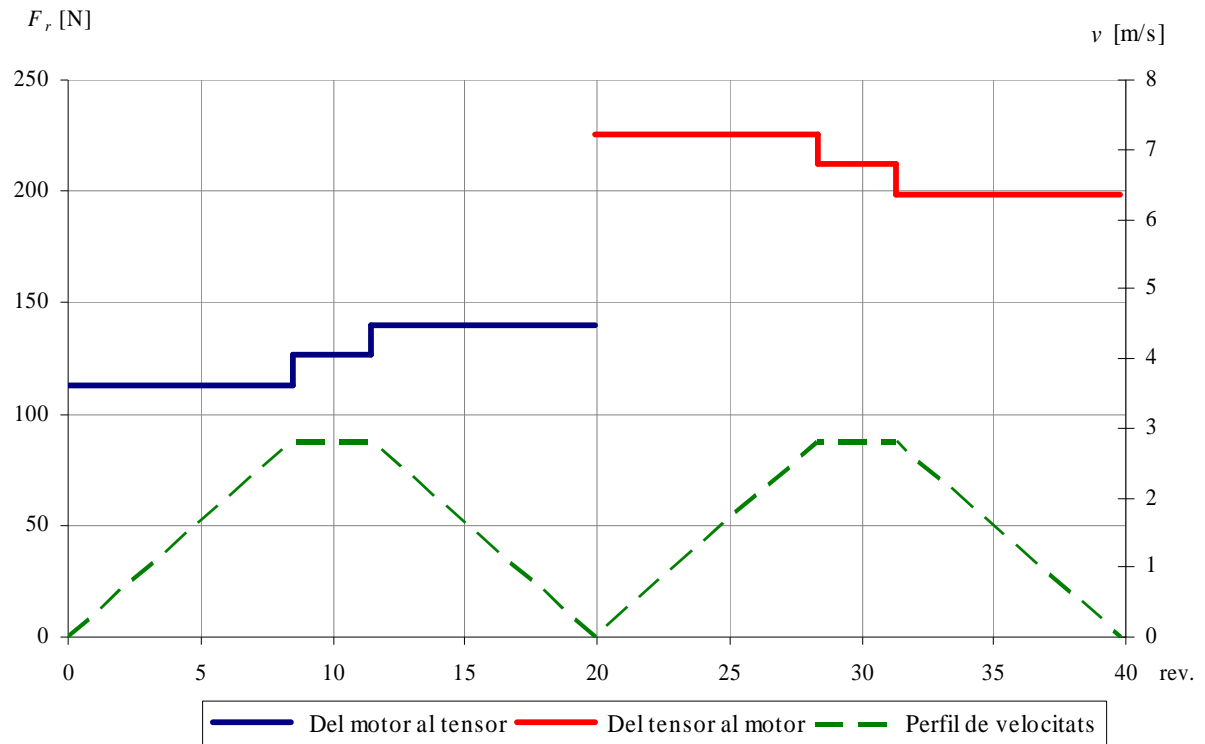


Fig. A.4 Evolució de la força radial aplicada a la politja durant un cicle complet de la màquina.

La tensió T_1 és constant en tot moment i de valor la meitat de la força que fa el tensor

$$T_1 = \frac{F_{\text{tensor}}}{2} = \frac{169,20}{2} = 84,6 \text{ N}, \quad (\text{A.25})$$

i la tensió T_2 es pot determinar, per a cada tram, mitjançant l'expressió

$$T_2 = T_1 - F_f - m_{\text{carro}} \cdot a \quad (\text{A.26})$$

La massa del carro és $m_{\text{carro}} = 1,393 \text{ kg}$ i, en les condicions més crítiques, la força de fregament és $F_f = 42,88 \text{ N}$ i l'acceleració del carro $a = 9,5 \text{ m/s}^2$ (tant en l'acceleració com en



la frenada). A la Taula A.4 es poden veure aquests valors per a cada tram, amb el signe corresponent, així com també la força radial resultant a l'eix del motor, F_r .

	a [m/s ²]	F_f [N]	T_2 [N]	F_r [N]
Moviment del motor cap al tensor				
Acceleració	9,5	42,88	28,49	113,09
Velocitat constant	0	42,88	41,72	126,32
Frenada	-9,5	42,88	54,95	139,55
Repòs	0	0	84,60	169,20
	a [m/s ²]	F_f [N]	T_2 [N]	F_r [N]
Moviment del tensor cap al motor				
Acceleració	-9,5	-42,88	140,71	225,31
Velocitat constant	0	-42,88	127,48	212,08
Frenada	9,5	-42,88	114,25	198,85
Repòs	0	0	84,60	169,20

Taula A.4 Condicions de funcionament per a cadascun dels 8 trams del cicle

A.8 Verificació dels rodaments del motor

L'eix del motor (Dunkermotoren® GR80X80) està suportat per dos rodaments de boles, les característiques dels quals es mostren a la Taula A.5.

Rodament	Fabricant	Tipus	d [mm]	D [mm]	B [mm]	C [N]
A	NMB - Minebea	De boles	12	28	8	5070
B	NMB - Minebea	De boles	12	28	8	5070

Taula A.5 Característiques dels rodaments del motor Dunkermotoren® GR80X80



sdf

Els dos rodaments estan separats per una distància $d_{A-B} = 160\text{ mm}$ i el centre de la politja dista del centre del rodament A $d_{A-P} = 26\text{ mm}$.

L'eix del motor està sotmès únicament a forces radials. Per un costat una força F_r , d'intensitat variable, és aplicada al centre de la politja per mitjà de la corretja dentada, i per altre costat apareixen les reaccions R_A i R_B , de component únicament radial.

Tot i que la força radial aplicada a la politja varia de forma esglaonada, per al càlcul de la vida dels rodaments es considera una força mitjana, F_p , que es pren com constant per a tot el cicle. Aquesta força ve determinada per l'expressió (A.27), on F_{r_i} és el valor de la força radial per a cada esglaió i θ_i l'angle girat pel motor en aquest esglaió.

$$F_p = \sqrt[3]{\frac{\sum (F_{r_i}^3 \cdot \theta_i)}{\sum \theta_i}} = 180,21\text{ N} \quad (\text{A.27})$$

Considerant aleshores el problema com un problema estàtic, igualant les forces i els moments a zero,

$$\left. \begin{array}{l} R_A = F_p + R_B \\ d_{A-P} \cdot F_p = d_{A-B} \cdot R_B \end{array} \right\} \left. \begin{array}{l} R_A = F_p \left(1 + \frac{d_{A-P}}{d_{A-B}} \right) \\ R_B = F_p \frac{d_{A-P}}{d_{A-B}} \end{array} \right\} \quad (\text{A.28})$$

I s'obté que:

$$R_A = 198,23\text{ N}$$

$$R_B = 18,02\text{ N}$$



La reacció en el rodament A és la més elevada i, per tant, és el rodament que tindrà una vida inferior i el que s'estudiarà.

Com que

$$F_{axial} = 0,$$

la càrrega dinàmica equivalent és, per al rodament A,

$$P = R_A = 198,23 \text{ N}$$

Llavors, es pot estimar la vida del rodament mitjançant l'expressió

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^p = \left(\frac{5070}{198,23} \right)^3 = 16730 \cdot 10^6 \text{ rev}_{\text{rodament}} \quad (\text{A.29})$$

essent C la càrrega dinàmica de base pròpia del rodament i p un exponent de valor 3 per als rodaments de boles.

L'equivalència entre una revolució del rodament (i del motor) i un cicle complet de la màquina és

$$1 \text{ cicle}_{\text{màquina}} = \frac{L}{\pi \cdot r_{\text{poli}tja}} \text{ rev}_{\text{rodament}} = 41,01 \text{ rev}_{\text{rodament}} \quad (\text{A.30})$$

Així, la vida dels rodaments del motor s'estima en $407,96 \cdot 10^6$ cicles complets de la màquina.

Suposant que un assaig pot durar fins a $9 \cdot 10^6$ cicles, els rodaments del motor podrien suportar fins a 45 assajos.



A.9 Càlculs del mecanisme actuant

A.9.1 Estimació de la rigidesa aparent desitjada

Es defineix la rigidesa aparent del mecanisme, k_{ap} , com la variació de la força aplicada en el contacte en funció del seu desgast,

$$k_{ap} = \frac{\Delta F}{\Delta \delta} \quad (\text{A.31})$$

Per a fixar la k_{ap} màxima se segueix el següent criteri: la variació de la força deguda al desgast del contacte no ha d'excedir el 2,5 % de la força nominal aplicada al contacte ($\Delta F \leq 2,5\% F_{nom}$), considerant que, com a màxim, el contacte pot tenir un desgast, al llarg de l'assaig de 0,5 mm ($\Delta \delta \leq 0,5 \text{ mm}$).

La força nominal que es pot aplicar al contacte, per a obtenir una pressió $P = 500 \text{ kPa}$, amb una àrea de contacte $A = 60 \text{ mm}^2$, és

$$F_{nom} = P \cdot A = 30 \text{ N} \quad (\text{A.32})$$

I per tant, la variació de força admissible és

$$\Delta F_{adm} = 2,5\% F_{nom} = 0,75 \text{ N} \quad (\text{A.33})$$

La rigidesa aparent en el contacte ha de ser, doncs, com a màxim,

$$k_{ap \text{ màx}} = \frac{\Delta F_{adm}}{\Delta \delta_{màx}} = \frac{0,75}{0,5} = 1,5 \frac{\text{N}}{\text{mm}} \quad (\text{A.34})$$



A.9.2 Disseny del mecanisme de palanca

Posteriorment al disseny del sistema de fixació del tros de coixinet, cal fixar la relació de palanca del mecanisme. El criteri seguit per a fixar la distància L , de l'articulació al centre de la ròtula, consisteix en minimitzar el desplaçament vertical de l'eix del contacte, Δz , quan aquest es desgasta i, per tant, es desplaça horitzontalment $\Delta \delta$. Així s'assegura que la força és sempre horitzontal i coneguda en funció de la compressió de la molla.

Per al càlcul es considera que la ròtula no pot girar ja que, altrament, el centre del contacte coincideix sempre (després de la fase de rodatge) amb l'eix de la barra. La distància horitzontal d_y , entre el centre de la ròtula i el centre del contacte varia entre 14,5 mm i 14 mm degut a un desgast màxim del contacte $\Delta \delta = 0,5$ mm. Per a simplificar el càlcul es pren un valor promig constant $d_y = 14,25$ mm. A la Fig. A.5 es poden veure les distàncies que caracteritzen el mecanisme de palanca, que s'utilitzen per a l'estudi.

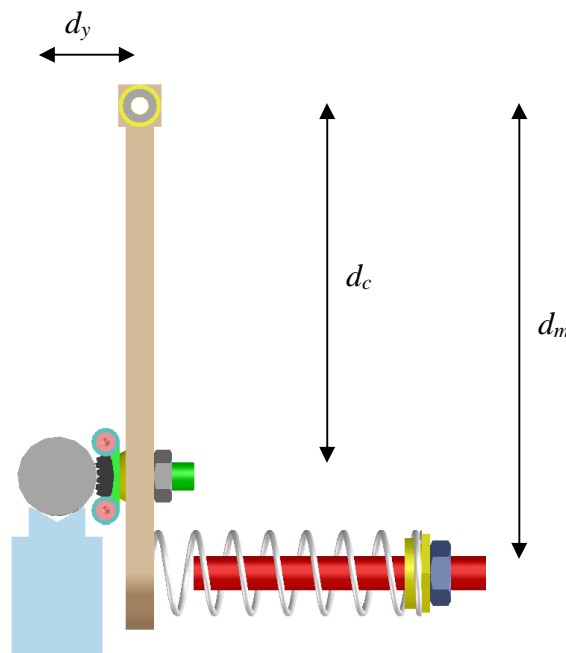


Fig. A.5 Geometria de la palanca per a carregar el contacte

L'angle girat pel mecanisme a causa del desgast és molt petit i, per tant, el desplaçament vertical de l'eix del contacte es pot aproximar per



$$\Delta z = \frac{\Delta \delta \cdot d_y}{d_c} \quad (\text{A.35})$$

La Fig. A.6 mostra el desplaçament vertical de l'eix del contacte en funció de la distància vertical entre l'articulació de la palanca i el centre de la ròtula. El valor d_c interessaria que fos el més gran possible però, en realitat, està limitat per una qüestió de volum, i sobretot de massa, del carro. S'ha fixat el punt d'equilibri entre aquests dos criteris en $d_c = 65$ mm de forma que, per a un desgast màxim del contacte $\Delta \delta = 0,5$ mm el desplaçament vertical de l'eix del contacte és $\Delta z = 0,110$ mm.

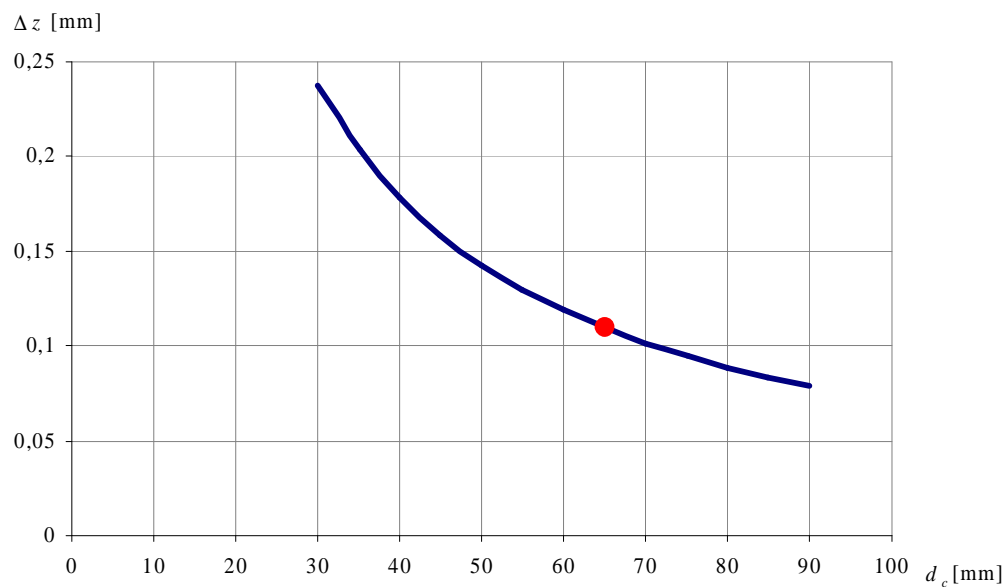


Fig. A.6 Δz en el punt de contacte segons la distància d_c , per a un desgast en el contacte $\Delta \delta = 0,5$ mm



La Taula A.6 mostra la distribució del desplaçament vertical de l'eix del contacte, Δz , en funció de la distància d_c i el desgast del contacte, $\Delta\delta$.

		d_c [mm]				
		55	60	65	70	75
$\Delta\delta$ [mm]	0,05	0,013	0,012	0,011	0,010	0,010
	0,1	0,026	0,024	0,022	0,020	0,019
	0,15	0,039	0,036	0,033	0,031	0,029
	0,2	0,052	0,048	0,044	0,041	0,038
	0,25	0,065	0,059	0,055	0,051	0,048
	0,3	0,078	0,071	0,066	0,061	0,057
	0,35	0,091	0,083	0,077	0,071	0,067
	0,4	0,104	0,095	0,088	0,081	0,076
	0,45	0,117	0,107	0,099	0,092	0,086
	0,5	0,130	0,119	0,110	0,102	0,095

Taula A.6 Distribució de Δz [mm] en funció de d_c i $\Delta\delta$

Per a acabar de caracteritzar el mecanisme de palanca, resta fixar dos paràmetres principals: la distància de l'articulació al centre de la molla, d_m , i la rigidesa de la molla, k_m . Per qüestions d'espai en el disseny integral del carro, la distància de l'articulació al centre de la molla es fixa en $d_m = 81,94$ mm.

Segons la geometria de la palanca, definida per d_c i d_m , la relació entre la força aplicada al contacte, F , i la força exercida per la molla, F_m , és

$$\frac{F}{F_m} = \frac{d_m}{d_c} \quad (\text{A.36})$$



I anàlogament, la relació entre el desgast del contacte, $\Delta\delta$, i l'allargament de la molla, Δl , és

$$\frac{\Delta\delta}{\Delta l} = \frac{d_c}{d_m} \quad (\text{A.37})$$

De les equacions (A.36) i (A.37) s'obté la relació entre la rigidesa aparent, k_{ap} , i la rigidesa de la molla, k_m ,

$$\frac{k_{ap}}{k_m} = \left(\frac{d_m}{d_c} \right)^2 \quad (\text{A.38})$$

Interessa seleccionar una molla amb la rigidesa més baixa possible, que no sobrepassi el valor màxim establert per la $k_{ap \text{ màx}}$ fixada anteriorment:

$$k_m \leq k_{ap \text{ màx}} \cdot \left(\frac{d_c}{d_m} \right)^2 \quad (\text{A.39})$$

$$k_m \leq 1,5 \cdot \left(\frac{65,00}{81,94} \right)^2 = 0,94 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

A més, per a arribar a la força nominal en el contacte, la molla ha de poder donar una força, resultat de la substitució a l'equació (A.36),

$$F_m = F_{nom} \cdot \frac{d_c}{d_m} = 30 \cdot \frac{65,00}{81,94} = 23,80 \text{ N}$$



A.9.3 Selecció de la molla de càrrega

L'estratègia utilitzada per a seleccionar la molla de càrrega és la següent: es cerca, primerament, una combinació dels paràmetres característics d'una molla (D , diàmetre mitjà de l'espira; d , diàmetre de fil; N , nombre d'espises; i L_0 , longitud inicial de la molla) que compleixi les següents condicions fixades:

- **Rigidesa:** Es fixa una constant de rigidesa desitjada $k = 0,80 \text{ N/mm}$, lleugerament inferior a la calculada a l'apartat anterior ($k = 0,94 \text{ N/mm}$).
- **Vinclament:** Com mostra la Fig. A.7, si el valor de l'expressió $v \cdot L_0 / D$ és inferior a 2,6 es pot assegurar que no hi ha vinclament de la molla. Llavors, es fixa el valor màxim d'aquesta expressió en 2,5 per a tenir un cert marge de seguretat ($v \cdot L_0 / D \leq 2,5$). El coeficient d'esveltesa és, per a una molla guiada pels dos extrems, com és el cas, $v = 0,5$.

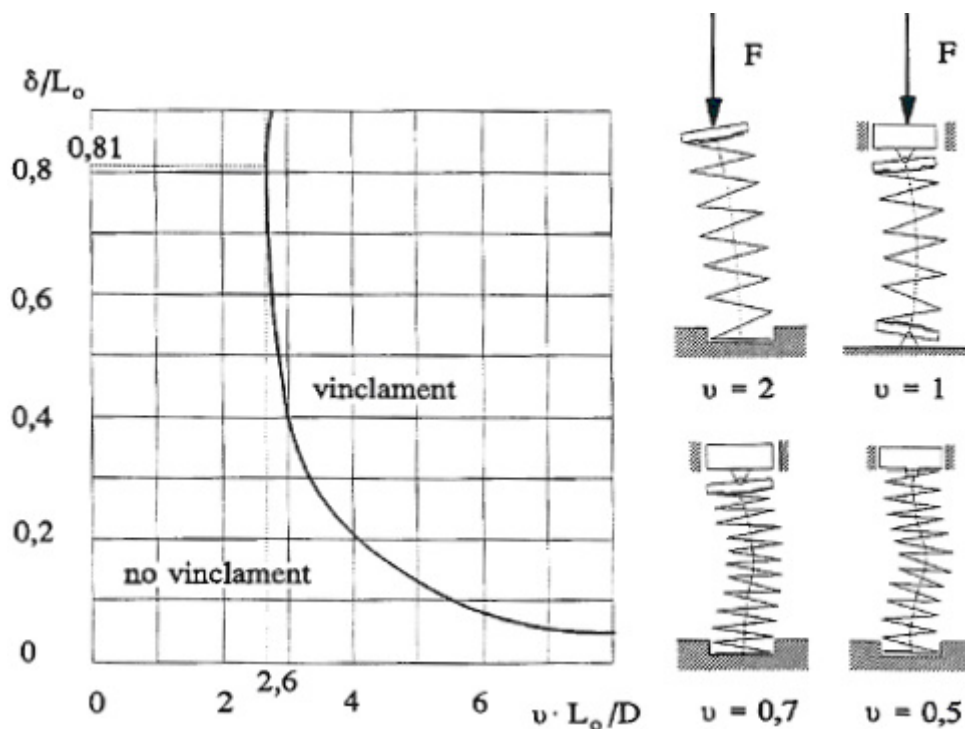


Fig. A.7 Condicions límit de vinclament i coeficient d'esveltesa

[RIBA, C. Disseny i càlcul de molles. P. 76]



- **Límit de la tensió tallant:** Quan totes les espires es toquen (longitud de bloc), la tensió tallant que apareix no ha de superar la tensió que provoca deformació plàstica en el material. Es fixa llavors una $\tau_{m\grave{a}x} = 900 \text{ MPa}$.
- **Força màxima:** La força de la molla quan la deformació és màxima i s'arriba a la longitud de bloc es fixa en $F_{bloc} = 125\% F_{m\grave{a}x} = 29,75 \text{ N}$
- **Material:** La molla està fabricada de fil d'acer per a molles, que és el més comú i el de més fàcil obtenció. Algunes de les característiques d'aquest material són: $E = 210 \text{ GPa}$, $G = 80 \text{ GPa}$, $R_m = 1500 \sim 1900 \text{ MPa}$, $\rho = 7,8 \text{ g/cm}^3$. [RIBA, C. *Disseny i càlcul de molles*. P. 22]

La Taula A.7 mostra algunes possibles combinacions dels paràmetres característics de la molla que compleixen les condicions citades anteriorment, mitjançant les següents equacions:

$$\tau_{bloc} = \frac{d \cdot G \cdot (p - d)}{\pi \cdot D^2}, \quad (\text{A.40})$$

on p és el pas d'una espira en repòs, i

$$F_{bloc} = \frac{\pi \cdot d^3}{8 \cdot D} \cdot \tau_{m\grave{a}x} \quad (\text{A.41})$$

D [mm]	d [mm]	N	L_0 [mm]	$v \cdot L_0 / D$
11	1,03	10,45	54,27	2,47
13	1,09	7,91	52,12	2,00
14	1,11	6,99	51,31	1,83
15	1,14	6,23	50,63	1,69
16,76	1,18	5,18	49,65	1,48
18,29	1,22	4,48	48,98	1,34
21,46	1,28	3,43	47,93	1,12

Taula A.7 Combinacions dels paràmetres de la molla que compleixen les condicions fixades



La corba de la Fig. A.8 mostra les possibles combinacions de L_0 i D d'una molla que compleixen les condicions fixades anteriorment.

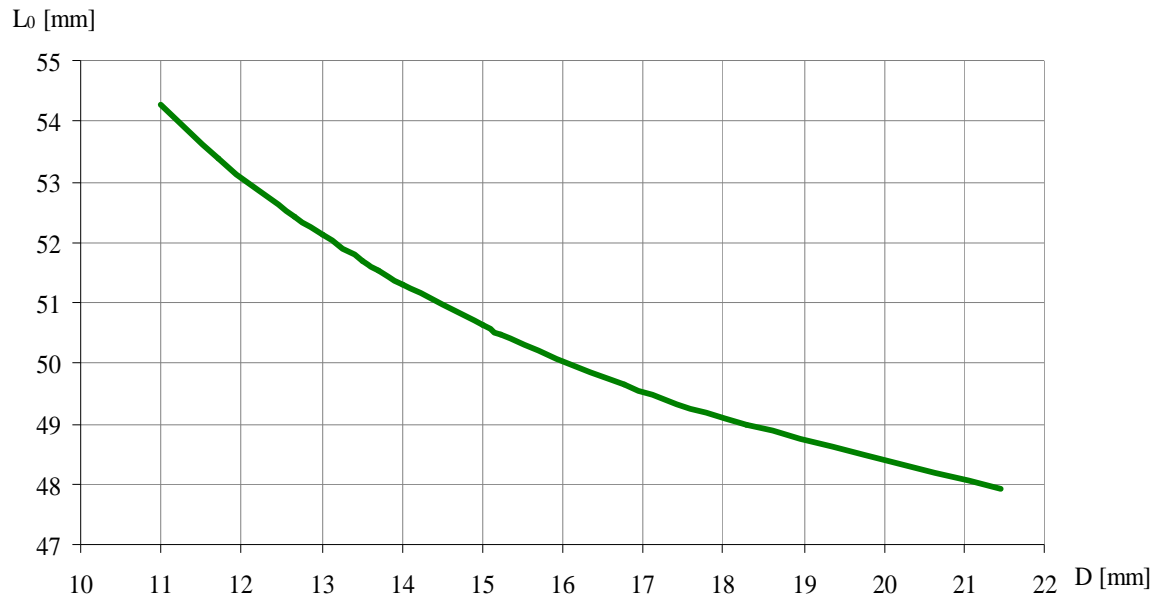


Fig. A.8 Combinacions de L_0 i D d'una molla que compleixen les condicions fixades

Finalment, s'ha cercat una molla comercial que compleixi els requisits de disseny de la molla. La molla seleccionada, LC 045H 08 de Lee Spring[®], té els paràmetres característics que mostra la Taula A.8.

D [mm]	d [mm]	N	L_0 [mm]	k [N/mm]	$v \cdot L_0 / D$	τ_{bloc} [MPa]	L_{bloc} [mm]	F_{bloc} [N]
14,1	1,14	7,26	50,8	0,83	1,80	855,39	11,25	32,25

Taula A.8 Característiques de la molla LC 045H 08 de Lee Spring[®]



A.10 Manegament per interferència de la politja amb l'eix del motor

La unió de l'eix del motor amb la politja motriu es fa per manegament per interferència. La Taula A.9 resumeix les característiques de l'eix del motor i de la politja motriu.

Eix	Politja
Material: Acer	Material: Llautó
$d = 8_{-0,011}^{-0,005}$ mm	$d_{int} = 8_{-0,045}^{-0,023}$ mm
$E_{eix} = 205$ GPa	$d_{ext} = 13,74$ mm
$\nu_{eix} = 0,27$	$E_{politja} = 115$ GPa
	$\nu_{politja} = 0,33$
	$R_e = 540$ MPa

Taula A.9 Característiques de l'eix del motor i de la politja motriu

Per al càlcul de la interferència i de les tensions aparegudes se segueix el procediment indicat en el manual I.N.S.A. *Modélisation des systèmes mécaniques* (2006, p. 149)

Primerament es defineix la interferència màxima i mínima respectivament com

$$\Delta_{màx} = LTS_{eix} - LTI_{politja} \quad (\text{A.42})$$

$$\Delta_{mín} = LTI_{eix} - LTS_{politja} \quad (\text{A.43})$$

essent:

Límit de tolerància superior del diàmetre de l'eix: $LTS_{eix} = 7,995$ mm

Límit de tolerància inferior del diàmetre de l'eix: $LTI_{eix} = 7,989$ mm

Límit de tolerància superior del diàmetre del forat de la politja: $LTS_{politja} = 7,977$ mm

Límit de tolerància inferior del diàmetre del forat de la politja: $LTI_{politja} = 7,955$ mm



La pressió de contacte degut una interferència Δ , per a un eix massís és

$$p = \frac{\Delta}{\frac{d_N}{E_{politja}} \cdot \left(\frac{d_N^2 + d_{ext}^2}{d_{ext}^2 - d_N^2} + \nu_{politja} \right) + \frac{d_N + \Delta}{E_{eix}} \cdot (1 - \nu_{eix})} \quad (\text{A.44})$$

Les tensions que apareixen a la politja, degudes a la interferència amb l'eix, es poden calcular amb les següents expressions:

$$\sigma_r = \frac{d_N^2 \cdot p}{d_{ext}^2 - d_N^2} \cdot \left(1 - \frac{d_{ext}^2}{d_N^2} \right) \quad (\text{A.45})$$

$$\sigma_\theta = \frac{d_N^2 \cdot p}{d_{ext}^2 - d_N^2} \cdot \left(1 + \frac{d_{ext}^2}{d_N^2} \right) \quad (\text{A.46})$$

I la tensió equivalent de Von Mises també es pot calcular com

$$\sigma_{eq VM} = \sqrt{\sigma_r^2 + \sigma_\theta^2 - \sigma_r \cdot \sigma_\theta} \quad (\text{A.47})$$

Finalment, el parell transmissible per la unió és

$$\Gamma_{transmissible} = \frac{1}{2} \pi \cdot d_N^2 \cdot l \cdot p \cdot \mu \quad (\text{A.48})$$

essent $l = 22,2$ mm la longitud en contacte i μ el coeficient de fregament entre les superfícies.

En el cas d'una superfície d'acer en contacte amb una de llautó, $\mu = 0,06$.



La Taula A.10 mostra els resultats de les expressions anteriors per a una interferència màxima i una interferència mínima.

	Interferència màxima	Interferència mínima
Δ [mm]	0,040	0,012
p [MPa]	207,78	62,37
σ_r [MPa]	-207,78	-62,37
σ_θ [MPa]	420,92	126,34
$\sigma_{eq\ VM}$ [MPa]	554,80	166,53
$\Gamma_{transmissible}$ [N·m]	27,82	8,35

Taula A.10 Resultats dels càlculs de la interferència entre l'eix i la politja

En el cas en què la interferència sigui màxima el material de la politja plastifica lleugerament ja que $\sigma_{eq\ VM} = 554,80$ MPa i el límit elàstic del material és $R_e = 540$ MPa. Pel que fa al parell transmissible per la unió, el parell a transmetre pel motor és, com a màxim, $\Gamma_{motor} = 0,41$ N·m, mentre que la unió de l'eix del motor amb la politja motriu assegura, en cas d'interferència mínima, un parell transmissible $\Gamma_{transmissible} = 8,35$ N·m.

Així, el coeficient de seguretat que garanteix una bona unió entre l'eix i la politja és

$$C_s = \frac{\Gamma_{transmissible}}{\Gamma_{motor}} = \frac{8,35}{0,41} = 20,4 \quad (\text{A.49})$$



A.11 Càlculs del motor

El parell que el motor ha de donar en cada instant, per a vèncer les forces de fregament F_f i poder donar al carro l'acceleració necessària, és

$$\Gamma_{motor} = F_f \cdot r_{politja} + J_{eq} \cdot \alpha, \quad (\text{A.50})$$

essent α l'acceleració angular del rotor del motor, $r_{politja}$ el radi primitiu de la politja, i J_{eq} la suma del moment d'inèrcia del motor, J_{motor} , i el moment d'inèrcia del carro reduït a l'eix del motor, $J_{carro_{red}}$.

$$\alpha = \frac{a}{r_{politja}} \quad (\text{A.51})$$

$$J_{eq} = J_{motor} + J_{carro_{red}} \quad (\text{A.52})$$

El carro, de massa m_{carro} , té un moment d'inèrcia, reduït a l'eix del motor, definit per l'expressió

$$J_{carro_{red.}} = m_{carro} \cdot r_{politja}^2 \quad (\text{A.53})$$

Les especificacions mecàniques de funcionament i els moments d'inèrcia dels elements en moviment prenen els valors de la Taula A.11 i la Taula A.12 respectivament.

a	9,5	m/s ²
v	2,8	m/s
F_f	42,88	N
$r_{politja}$	7,76	mm
m_{carro}	1,393	kg

Taula A.11 Especificacions mecàniques de funcionament

$J_{carro_{red}}$	83,88	kg·mm ²
J_{motor}	320	kg·mm ²
J_{eq}	403,88	kg·mm ²

Taula A.12 Moments d'inèrcia



La intensitat del corrent, I , consumit pel motor en cada instant es pot calcular per mitjà de l'expressió

$$I = I_0 + \frac{\Gamma_{motor}}{k_T} \quad (\text{A.54})$$

i la tensió en borns del motor, U , en funció de la velocitat angular del rotor del motor, ω , és

$$U = I \cdot R + k_e \cdot \omega \quad (\text{A.55})$$

essent

$$\omega = \frac{v}{r_{polijja}} \quad (\text{A.56})$$

I_0 , k_T , k_e i R són les constants característiques del motor que, per al motor Dunkermotoren® GR80X80, prenen els valor de la Taula A.13.

	GR80X80	
K_t	0,12	N·m/A
K_e	0,12	V/(rad/s)
I_0	0,365	A
R	0,54	Ω
J_{motor}	320	kg·mm ²
I_N	5,95	A

Taula A.13 Característiques del motor Dunkermotoren® GR80X80



Així, per al perfil trapezoïdal de velocitats més exigent previst per a la màquina ($a = 9,5 \text{ m/s}^2$, $v = 2,8 \text{ m/s}$, $F_f = 42,88 \text{ N}$), els resultats dels càlculs anteriors són els de la Taula A.14, representats a la Fig. A.9.

$I_{màx}$ [A]	$U_{màx}$ [V]	I_{RMS} [A]	$\Gamma_{màx}$ [N·m]
7,07	47,01	4,91	0,80

Taula A.14 Resultats per al motor GR80X80

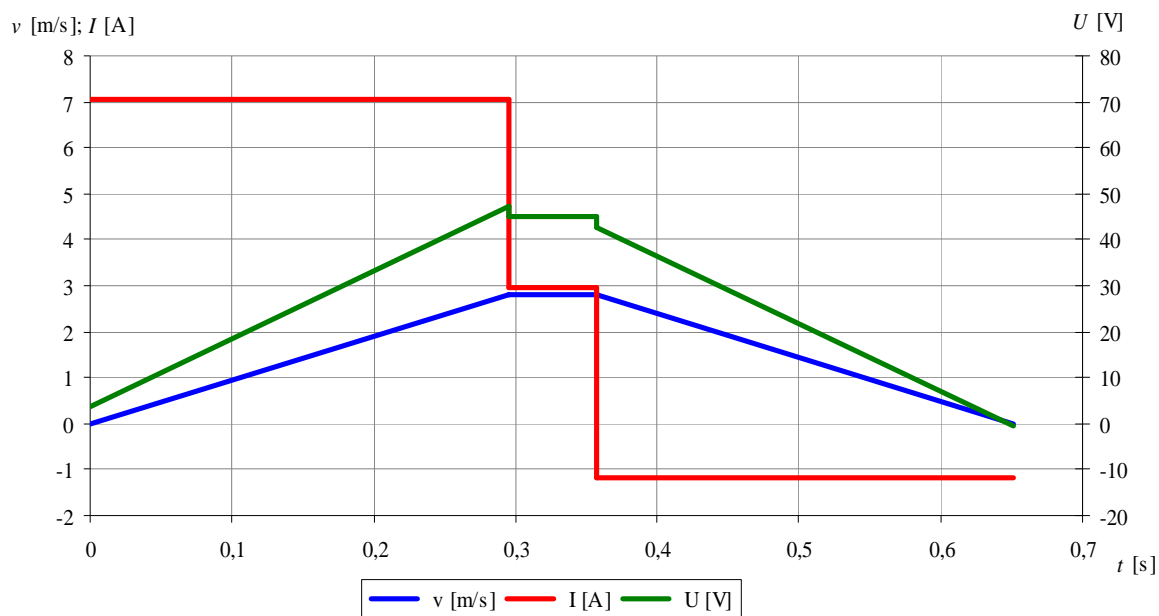


Fig. A.9 Perfils de la intensitat i de la tensió del motor GR80X80

Per a obtenir aquestes prestacions (mateixes acceleració, velocitat i càrrega dels contactes) utilitzant el motor DunkerMotoren® GR63X55, que té les característiques mostrades a la Taula A.15, es consumiria la tensió i la intensitat mostrades a la Taula A.16



	GR63X55	
K_t	0,105	N·m/A
K_e	0,105	V/(rad/s)
I_0	0,42	A
R	1,4	Ω
U_{nom}	40	V
J_{motor}	75	kg·mm ²
I_N	2,2	A

Taula A.15 Característiques del motor Dunkermotoren® GR63X55

$I_{m\grave{a}x}$ [A]	$U_{m\grave{a}x}$ [V]	I_{RMS} [A]	$\Gamma_{m\grave{a}x}$ [N·m]
4,73	27,18	2,70	0,45

Taula A.16 Resultats per al motor GR63X55

Així, es descarta la utilització del motor GR63X55 perquè, tot i ser més petit i tenir el seu rotor menys inèrcia, la intensitat del corrent elèctric que consumiria seria més del doble del nominal en els pics d'acceleració i també seria superior el valor quadràtic mitjà al llarg d'un cicle. Es podria pensar en reduir el diàmetre de la politja motriu, i per tant el parell i la intensitat necessaris, però la tensió augmentaria, i s'acurçaria la vida de la corretja a causa d'una flexió més accentuada.



A.12 Freqüències d'excitació en el banc

Alguns elements giratoris del banc d'assaig són susceptibles de generar vibracions, de freqüència variable en funció de la velocitat del carro, v_{carro} . S'han considerat 4 possibles fonts de vibracions:

- El gir de la politja boja del tensor de la corretja, amb una freqüència d'excitació

$$f_1 = \frac{v_{carro}}{2 \cdot \pi \cdot r}, \text{ on } r = 10,50 \text{ mm és el radi de la politja boja.}$$

- El gir de la politja boja motriu, amb una freqüència d'excitació $f_2 = \frac{v_{carro}}{2 \cdot \pi \cdot r}$, on $r = 7,76 \text{ mm}$ és el radi de la politja motriu.

- La discontinuïtat en el parell motor deguda al contacte entre escombretes i delgues. En aquest cas la freqüència d'excitació és $f_3 = f_2 \cdot N_{delgues}$, on $N_{delgues}$ és el nombre de delgues del rotor.

- Les dents de la politja motriu, amb una freqüència d'excitació $f_4 = f_2 \cdot N_{dents}$, on N_{dents} és el nombre de dents de la politja.

La Taula A.17 mostra algunes de les freqüències d'excitació degudes a les 4 fonts de vibracions citades anteriorment, en funció de la velocitat lineal del carro.

		$v_{carro} \text{ [m/s]}$					
		0,5	1	1,5	2	2,5	2,8
Politja boja	$f_1 \text{ [Hz]}$	7,58	15,16	22,74	30,32	37,89	42,44
Politja motriu	$f_2 \text{ [Hz]}$	10,25	20,50	30,76	41,01	51,26	57,41
Discontinuitat en el parell	$f_3 \text{ [Hz]}$	123,03	246,05	369,08	492,10	615,13	688,95
Dents de la politja motriu	$f_4 \text{ [Hz]}$	246,05	492,10	738,16	984,21	1230,26	1377,89

Taula A.17 Freqüències d'excitació del banc, en funció de la velocitat del carro



El coneixement de les freqüències d'excitació presents al banc d'assaig pot ajudar al manteniment preventiu dels components que el formen. Mitjançant una anàlisi periòdica de les vibracions del banc en funcionament es podran diagnosticar algunes possibles fallades, i procedir a la substitució de les parts afectades.

A.13 Força exercida per la molla de flexió de l'estri de mesura

Per a prendre les mesures del desgast dels contactes correctament, cal encaixar l'estri de mesura entre l'estructura del carro i el suport del tros de coixinet. En aquest encaixament s'ha d'assegurar que el conjunt de l'estri no bolqui pel seu propi pes i que en cap moment no es perdi contacte amb la barra.

La posició del centre de masses del conjunt de l'estri de mesura, amb origen el centre de la barra (O) es defineix, a partir de les masses dels 3 components que el formen i els seus respectius centres de masses, per la següent expressió:

$$y_G = \frac{y_{G \text{ forquilla}} \cdot m_{\text{forquilla}} + y_{G \text{ grapa}} \cdot m_{\text{grapa}} + y_{G \text{ comparador}} \cdot m_{\text{comparador}}}{m_{\text{forquilla}} + m_{\text{grapa}} + m_{\text{comparador}}} \quad (\text{A.57})$$

La Taula A.18 i la Taula A.19 mostren respectivament la massa i la posició del centre de masses (coordenada Y respecte al centre de la barra) dels elements que componen l'estri de mesura, així com també de l'estri en la seva totalitat.

Massa de la forquilla	$m_{\text{forquilla}}$	55 g
Massa de la grapa	m_{grapa}	24 g
Massa del comparador	$m_{\text{comparador}}$	500 g
Massa total	m	579 g

Taula A.18 Massa total de l'estri de mesura i massa dels 3 components que el formen



$y_{G \text{ forquilla}}$	41 mm
$y_{G \text{ grapa}}$	71 mm
$y_{G \text{ comparador}}$	90 mm
y_G	85 mm

Taula A.19 Coordenada Y del centre de masses de l'estri de mesura i dels 3 components que el formen

Com es pot apreciar a la Fig. A.10, sobre l'estri de mesura actuen 6 forces:

- Una força F_A , de contacte de la barra amb la V de la forquilla, que forma un angle $\alpha = 30^\circ$ amb el pla horitzontal.
- Una força F_B , ortogonal a F_A , que forma un angle $\beta = 60^\circ$ amb el pla horitzontal.
- Una força de reacció deguda a la força del palpador, F_R . El proveïdor del comparador indica que el valor d'aquesta força és $F_R = 2 \text{ N}$.
- Una força vertical de contacte amb l'estructura del carro, F_C , aplicada a una distància $y_C = 75 \text{ mm}$ del centre de la barra.
- Una força exercida per les dues làmines de flexió per evitar el bolcament, F_D , aplicada a una distància $z_D = 12 \text{ mm}$ del centre de la barra.
- El pes del conjunt de l'estri, $P = m \cdot g$, aplicat a una distància $y_G = 85 \text{ mm}$ del centre de la barra.

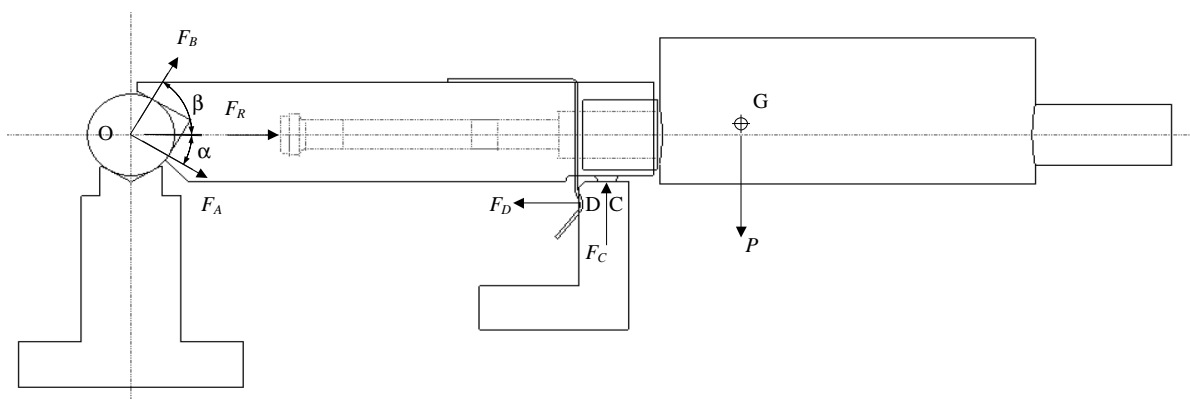


Fig. A.10 Diagrama de forces a l'estri de mesura



Per a calcular les forces de reacció es planteja el problema con un problema estàtic i s'escriuen les 3 equacions següents:

$$\sum F_V = 0 \quad F_B \cdot \sin \beta + F_C + F_A \cdot \sin \alpha - P = 0 \quad (\text{A.58})$$

$$\sum F_H = 0 \quad F_R + F_B \cdot \cos \beta + F_A \cdot \cos \alpha - F_D = 0 \quad (\text{A.59})$$

$$\sum M_O = 0 \quad y_C \cdot F_C - z_D \cdot F_D - y_G \cdot P = 0 \quad (\text{A.60})$$

En el cas límit, just abans de la bolcada, la forquilla perd contacte amb la barra en el punt B, $F_B = 0$. Així, substituint en les equacions anteriors, es dedueix que la força mínima que han de fer les molles de flexió per a evitar la bolcada de l'estri és

$$F_{D \min} = 3,2 \text{ N}$$

Els valors de les forces de reacció en aquest cas límit de bolcada són:

$$F_A = 1,4 \text{ N}$$

$$F_B = 0 \text{ N}$$

$$F_C = 6,9 \text{ N}$$

$$F_D = 3,2 \text{ N}$$

Per al dimensionament de les dues molles de flexió, es desitja que cada molla exerceixi una força $F = 7 \text{ N}$ per a assegurar un coeficient de seguretat superior a 4,

$$C_s = \frac{2 \cdot 7}{3,2} = 4,4$$

La molla es considera com una làmina en voladís de longitud L , amplada b i altura h . A més, per a aquests tipus de làmina a flexió es consideren els factors de la Taula A.20 [RIBA, C. *Disseny i càlcul de molles*. 1996, p. 32].



Factor de força	λ_1	1
Factor de desplaçament	λ_2	1/3
Factor de rigidesa	λ_3	3

Taula A.20 Factors de càlcul per a una làmina en voladís

La força exercida per la làmina, F , el desplaçament del punt de contacte, δ , i la rigidesa a flexió de la làmina, K , es poden calcular, respectivament, per mitjà de les expressions següents:

$$F = \lambda_1 \cdot \frac{W_f}{L} \cdot \sigma \quad (\text{A.61})$$

$$\delta = \lambda_2 \cdot \frac{2 \cdot L^2}{h} \cdot \frac{\sigma}{E} \quad (\text{A.62})$$

$$K = \lambda_3 \cdot \frac{b \cdot h^3}{12 \cdot L^3} \cdot E \quad (\text{A.63})$$

Per un procés de càlcul iteratiu s'arriba finalment a definir una làmina d'acer per a molles al C, amb la geometria i les característiques detallades a la Taula A.21.

Longitud	L	16,0 mm
Amplada	b	8,0 mm
Alçada	h	0,5 mm
Moment resistent a flexió	W_f	0,33 mm ³
Mòdul d'elasticitat	E	210 GPa
Rigidesa a flexió	K	12,8 N/mm
Força	F	7 N
Desplaçament	δ	0,5 mm
Tensió de Von Mises	σ_{VM}	336 MPa

Taula A.21 Característiques de la làmina d'acer per a molles al C

Per a encaixar l'estri, la molla arriba a una flexió $\delta = 1,2$ mm. Aquest no és el punt de funcionament de la molla però cal que aquesta no es deformi plàsticament per a aquesta flexió, ni tampoc per a una deformació màxima $\delta_{m\grave{a}x} = 2$ mm, que és quan la làmina arriba al topall. Amb una anàlisi per elements finits (Fig. A.11) es comprova que la tensió de Von Mises màxima, per a una flexió $\delta_{m\grave{a}x} = 2$ mm, és $\sigma_{VM\ m\grave{a}x} = 970$ MPa. La tensió de límit elàstic de l'acer per a molles al C és, com a mínim, $R_m = 1200$ MPa i, per tant, s'obté un coeficient de seguretat

$$C_s = \frac{R_m}{\sigma_{VM\ m\grave{a}x}} = \frac{1200}{970} = 1,2 \quad (\text{A.64})$$

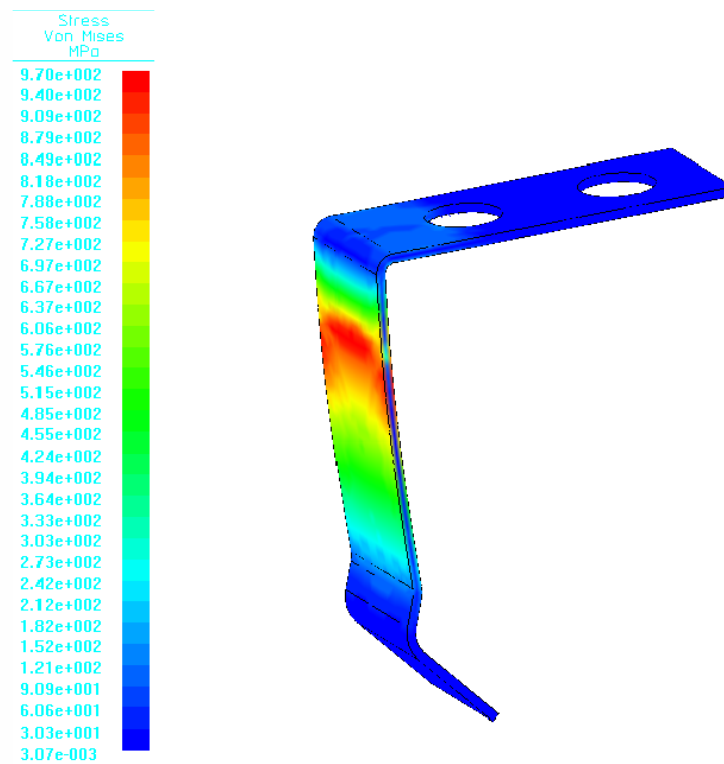


Fig. A.11 Resultat de l'anàlisi per elements finits de la flexió de la làmina, per a un desplaçament del punt de contacte $\delta = 2$ mm



A.14 Desviació en la mesura del desgast deguda a les variacions de temperatura

Com s'ha vist a la memòria d'aquest projecte, el banc d'assaig ha estat dissenyat per a funcionar a temperatura ambient dins les instal·lacions de l'empresa, on la temperatura de referència és de 25 °C.

S'ha fet un estudi per elements finits de la dilatació de l'estri de mesura i com aquesta pot afectar a la precisió de les mesures preses. Prenent com a temperatura de referència $T = 25\text{ °C}$, per a una variació de temperatura $\Delta T = 5\text{ °C}$ s'obté que el desplaçament horitzontal en la direcció de la mesura, Y , entre la barra i la grapa que suporta el comparador, és de $1,0\text{ }\mu\text{m}$, tot i que la suma vectorial del desplaçament en els tres eixos és $3,7\text{ }\mu\text{m}$ com a màxim (Fig. A.12).

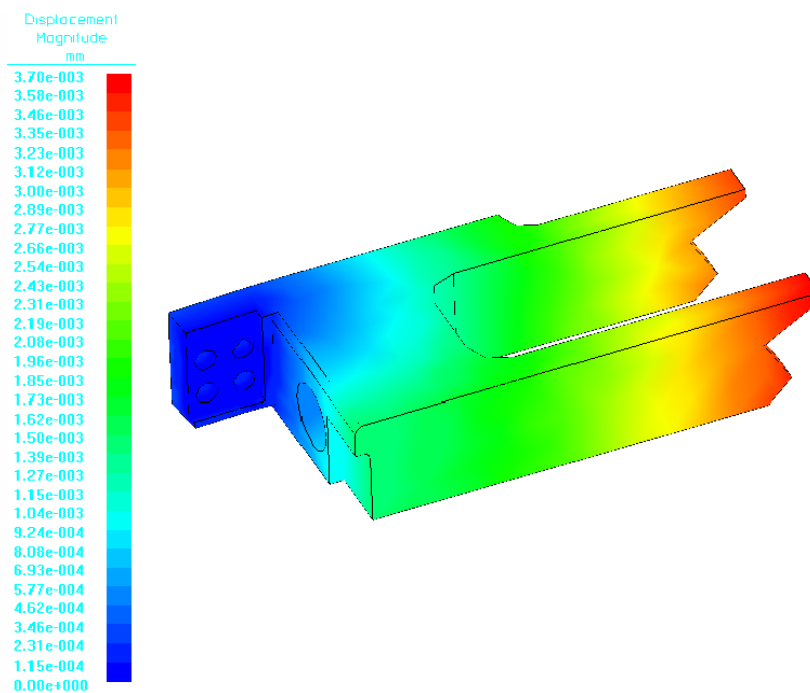
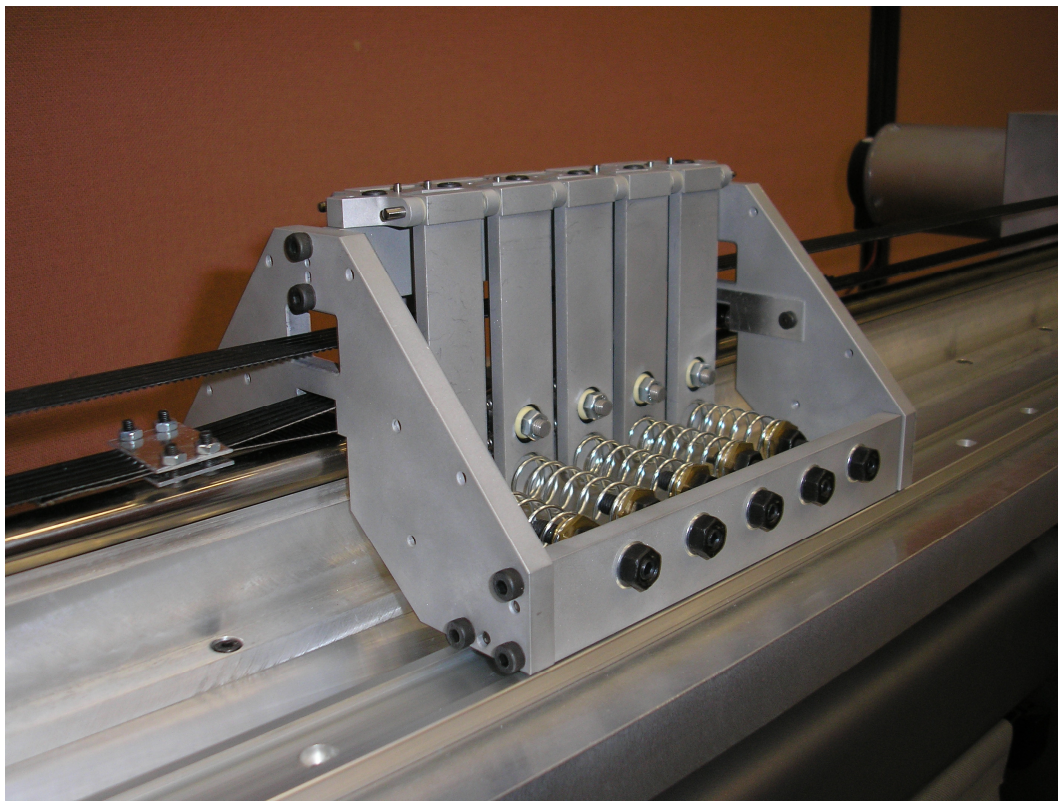


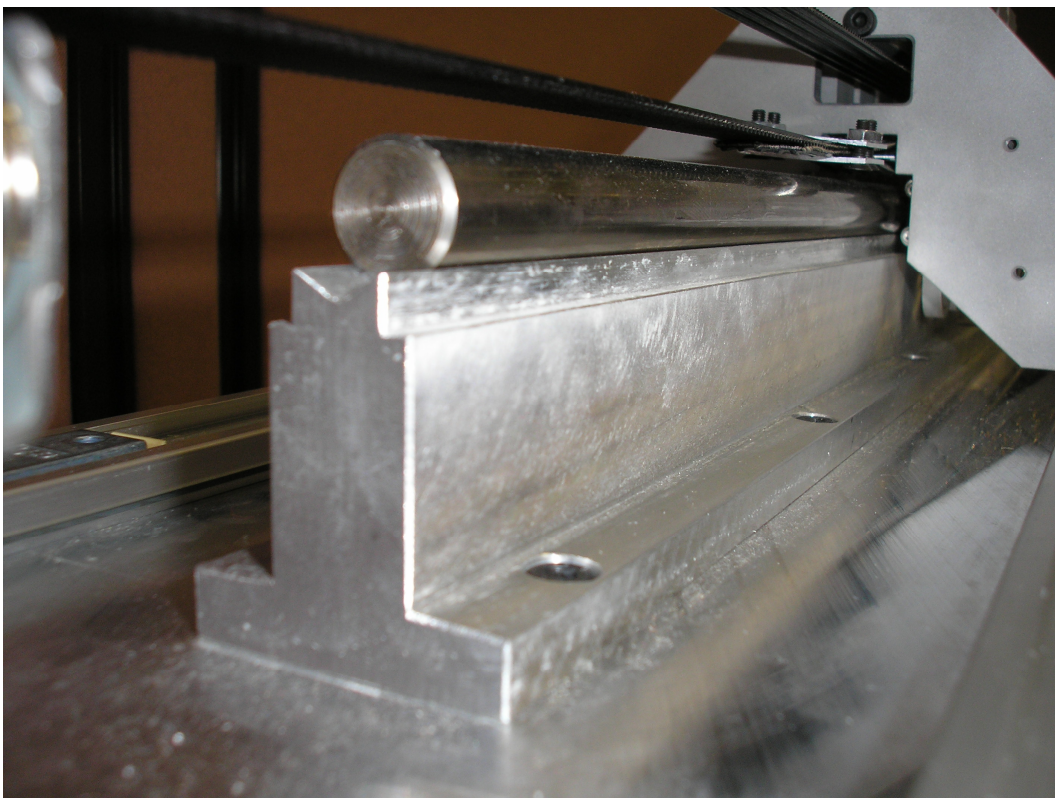
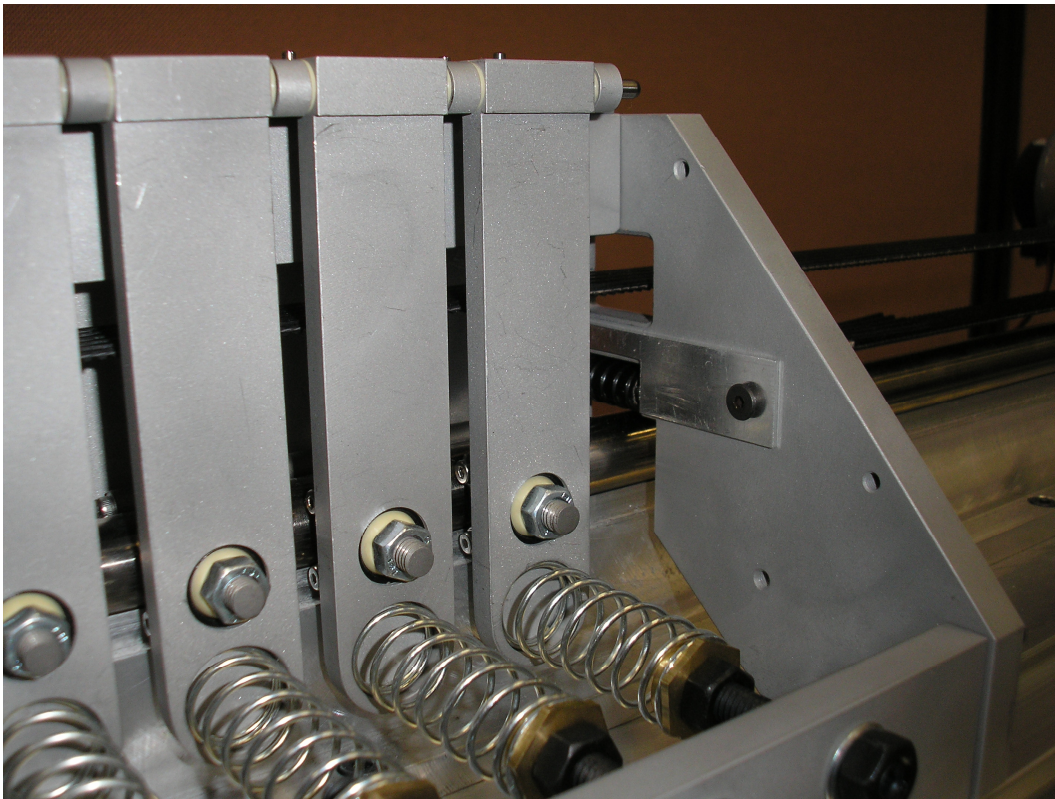
Fig. A.12 Resultat de l'anàlisi per elements finits de la dilatació de l'estri de mesura degut a variacions de temperatura de 5 °C, respecte a una temperatura de referència de 25 °C.

Així, cal tenir en compte que a la pròpia precisió del comparador s'ha de sumar una imprecisió de $1\text{ }\mu\text{m}$ deguda a la dilatació tèrmica de l'estri. És, doncs, fonamental controlar la temperatura ambient i fixar correctament l'origen de referència de la mesura.



B Fotos del banc



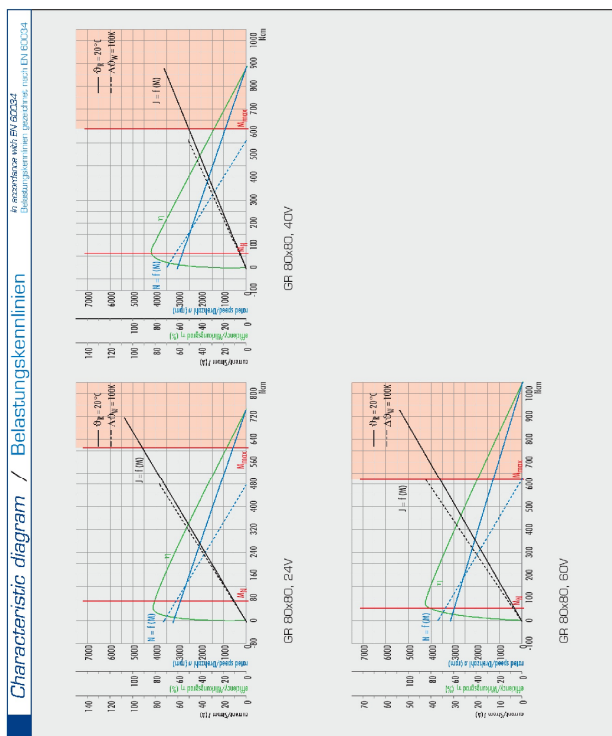
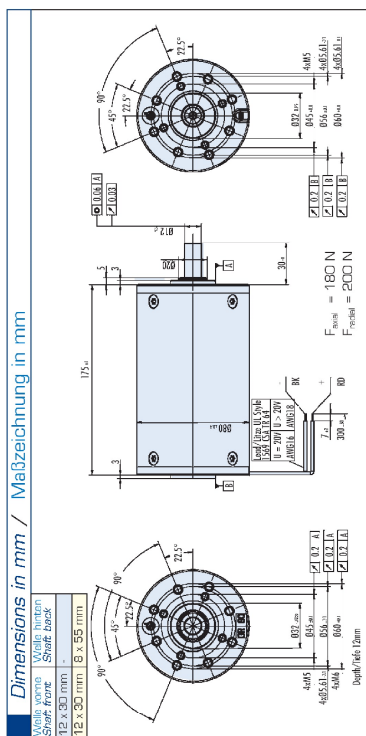


C Catàlegs

Aquest annex inclou informació dels components de catàleg que incorpora el banc d'assaig dissenyat. També inclou informació d'alguna alternativa considerada en el procés de disseny.



GR 80x80, 240 W



GR 80x80, 240 W

Versions of GR 80x80 / Ausführungen GR 80x80	P/S:
With gearbox / Als Getriebemotor	39
With brake / Als Bremsmotor	50
With controller / Mit Regелеlektronik	56
With tachogenerator / Mit Tachogenerator	52
With magnetic pulse generator / Mit magnetischem Impulsgeber	53
With incremental encoder / Mit inkrementalgeber	54

- [illegible]



Data / Leistungsdaten		GR 80x80	
Rated voltage/ Nennspannung		24 VDC	40 VDC
Continuous rated speed/ Nenn Drehzahl	rpm ¹⁾	3200	3100
Continuous rated torque/ Nenn Drehmoment	Nm ¹⁾	62	63
Continuous current/ Nennstrom	A ¹⁾	8	4,2
Starting torque/ Anlaufmoment	Nm ^{2,3)}	608	623
Rated current/ Arbeitsstrom	A ¹⁾	112	73,6
No load speed/ Leerlaufdrehzahl	rpm ¹⁾	3200	3000
No load current/ Leerlaufstrom	A ¹⁾	0,65	0,37
Rated speed/ Drehzahl bei Nennleistung	A ¹⁾	91	51
Rated current/ Traglaststrom	gcm ²⁾	3200	3200
Weight of motor/ Gewicht des Motors	g	4000	4000

 $^{(a)}\Delta\theta_{\text{eq}} = 100 \text{ K}; \text{ } ^{(b)}\theta_{\text{H}} = 20^\circ\text{C}$

93

37

Incremental Encoders for GR/G Motors Inkrementalgeber für GR/G-Motoren

Where stringent demands are placed on the quality of regulation and positioning accuracy, the DC-motors are available with a digital incremental encoder.



Incremental encoders have no sliding contacts and are therefore free of wear. A light-emitting diode, a slatted metal disc, and a photo-diode array form a photoelectric circuit. An internal logic produces two square-wave signals, phased at 90° to each other from the output of the photo-diodes, with or without a reference impulse.

Where the cable length between the motor and encoder is more than 2.5 m, we recommend use of the RE ... TI, fitted with an additional shielded cable. The standard supply voltage for the incremental encoder is 5 VDC. As special, 24V versions are also available. An IP54 cover is recommended as protection against external influences.

Bei hohen Anforderungen an die Regelbarkeit und Positioniergenauigkeit sind die Gleichstrommotoren mit einem digitalen Inkrementalgeber erhältlich.

Die Inkrementalgeber erhalten berührungsfreie und verschleißfreie Lichtschranken. Eine Leuchtdiode, eine schaltbare Metallscheibe und ein Fotodiodearray bilden eine Lichtschranke. Eine interne Logik erzeugt aus dem Signal der Fotodiode zwei um 90° verschobene Rechtecksignale, ohne bzw. mit Referenzimpuls.

Bei Kabellängen von mehr als 2,5 m zwischen Motor und Geber empfiehlt sich der Einsatz eines RE ... TI, ausgestattet mit einem zusätzlichen abgeschirmten Kabel.

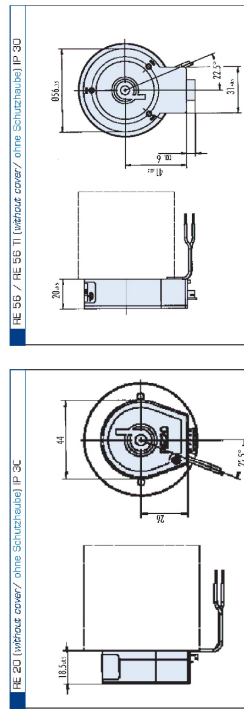
Die Versorgungsspannung der Inkrementalgeber beträgt 5 VDC. In Sonderausführungen sind auch 24V-Versionen erhältlich. Zum Schutz vor äußeren Einflüssen empfiehlt sich die Verwendung einer IP54-Schutzhaube.

Data / Leistungsdaten	RE 20 S	RE 30-2	RE 30-3	RE 30-3 TI	RE 56-3	RE 56-3 TI
Operating voltage/ Versorgungsspannung	5	5	5	5	5	5
Impulses per revolution/ Impulse pro Umdrehung	100	100 ... 512	500 ... 512	500 ... 512	1000	1000
Signal rise time/ Signalanstieg	ns	15	200	180	180	180
Signal decay time/ Signalabfall	ns*	15	50	40	40	40
Short-circuit current/ Kurzschlussstrom	mA	max. 25	17 (max. 40)	57 (max. 85)	max. 85	57 (max. 85)
Output voltage/ Ausgangsspannung (low-level)	VDC	max. 0.6	max. 0.4 (3.2 mA)	max. 0.4 (3.9 mA)	max. 0.5 (3.9 mA)	max. 0.5 (3.9 mA)
Output voltage/ Ausgangsspannung (high-level)	VDC	min. 2.4	min. 2.4 (40 µA)	min. 2.4 (200 µA)	min. 2.4 (200 µA)	min. 2.4 (200 µA)
Reference voltage/ Referenzspannung	mA	30	5	5	70	5
Operating temperature/ Betriebs Temperatur	°C	-20 ... +80	-40 ... +100	-40 ... +100	-40 ... +100	-40 ... +100
Protection class/ Schutzart	IP	30	30	30	30	30

*1) $C_{\text{L}} = 25 \mu\text{F}$; $R_{\text{L}} = 1 \text{ k}\Omega$

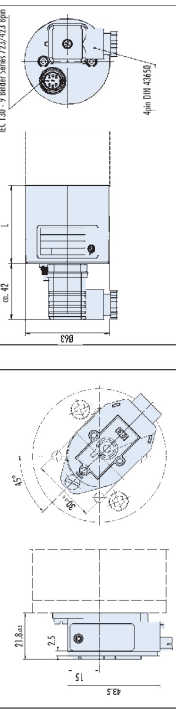
Standard/Standard ☐ On request/ auf Anfrage ☐

Wiring suggestions / Schaltungsvorschlag



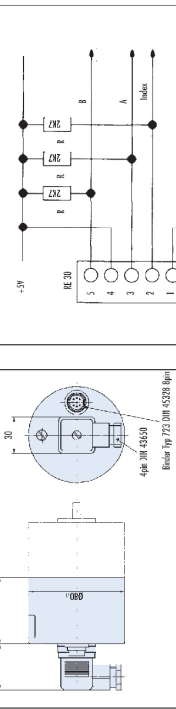
Pin	RE 56-X	Pin	RE 56-X TI
1	GND OV	1	GND OV
2	A	2	A
3	GND OV	3	GND OV
4	Vcc 5V	4	Vcc 5V
5	B	5	B

RE 30 / RE 30 TI (without cover/ ohne Schutzhaube) IP 30



Pin	RE 30-X TI	Pin	RE 30-X TI
1	GND OV	1	GND OV
2	A	2	A
3	GND OV	3	GND OV
4	Vcc 5V	4	Vcc 5V
5	B	5	B




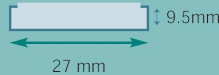
RE 30 / RE 30 TI (+ISO) + cover/ Schutzhaube IP 54






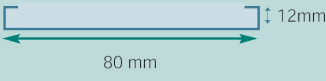
Pin	RE 30-X TI	Pin	RE 30-X TI
1	GND OV	1	GND OV
2	A	2	A
3	GND OV	3	GND OV
4	Vcc 5V	4	Vcc 5V
5	B	5	B

RE 30 / RE 30 TI (+ISO) + cover/ Schutzhaube IP 54

Dimensions drawings of complete drive (motor and gear) are available at: www.danubius-motoren.com (Products) -> direct selection
Abmessungen der kompletten Antrieb (Motor und Getriebe) sind erhältlich bei: www.danubius-motoren.com (Produkte) -> direkte Produktauswahl

DryLin® N Selection Guide		
	DryLin® N17	DryLin® N27-01
		
		
Features		
	<ul style="list-style-type: none"> • Good for tight design constraints • Replaceable glide pads • Excellent for low loads • Excellent corrosion resistance 	<ul style="list-style-type: none"> • Through hole for flexible mounting • Extremely low friction/low wear • Replaceable glide pads • Low weight • Flexible size • Excellent for low to medium loads
Properties		
Maximum Load	11 lbs (50 N)	110 lbs (500 N)
Maximum Speed	49 fps (15 m/s)	49 fps (15 m/s)
Maximum Rail Length	6.43 ft (1960 mm)	11.50 ft (3500 mm)
Carriage Weight	.004 lbs (1.7 g)	.024 lbs (10.8 g)
Rail Weight	.008 lbs/inch (150 g/m)	.016 lbs/inch (290 g/m)
Rail Material	Anodized Aluminum	Anodized Aluminum
Carriage Material	Brass / iglide® J	Chromated Zinc / iglide® J
Temperature	-40 to 194°F	-40 to 194°F
Preloaded	Available	Available



DryLin® N27-02	DryLin® N40	DryLin® N80
		
		
<ul style="list-style-type: none"> • Threaded adjusting studs for easy attachment • Flexible size • Replaceable glide pads • Extremely low friction/low wear • Excellent for low to medium loads 	<ul style="list-style-type: none"> • Flexible size • Replaceable glide pads • Excellent for medium to high loads • Wide base for stable design 	<ul style="list-style-type: none"> • May use one rail instead of two narrow rails • High accelerations possible • Replaceable glide pads • Extremely low friction/low wear • Good for higher loads
110 lbs (500 N)	154 lbs (700 N)	220 lbs (50 N)
49 fps (15 m/s)	49 fps (15 m/s)	49 fps (15 m/s)
11.50 ft (3500 mm)	11.50 ft (3500 mm)	11.50 ft (3500 mm)
.027 lbs (12.5 g)	.066 lbs (30 g)	.22 lbs (100 g)
.016 lbs/inch (290 g/m)	.025 lbs/inch (450 g/m)	.064 lbs/inch (1140 g/m)
Anodized Aluminum	Anodized Aluminum	Anodized Aluminum
Chromated Zinc / iglide® J	Chromated Zinc / iglide® J	Chromated Zinc / iglide® J
-40 to 194°F	-40 to 194°F	-40 to 194°F
Available	Not Available	Not Available



DryLin® N
Linear Guide SystemTelephone 1-888-803-1895
Fax 1-401-438-7680Internet: <http://www.igus.com>
E-Mail: sales@igus.com
QuickSpec: www.igus.com/qs/DryLin.asp

18.4



DryLin® N Low Profile Linear Guide Systems

The DryLin® N series offers extremely low profiles in several widths, and is therefore ideal in tight space constraints. Like all DryLin® products the carriages are designed to glide smoothly on anodized aluminum rails without the need for messy lubricants. They are also available in preloaded versions for reduced running clearance. DryLin® N is a particularly low-cost alternative to miniature ball bearing systems, and is more precise and economical when compared to many custom-machined or simple plastic parts.



The iglide® J Material

The iglide® J material gliding on anodized aluminum achieved the best results by far in our tests. iglide® J is the sliding element used on all DryLin® N carriages. iglide® J is 3 times as abrasion resistant on anodized aluminum than hardened steel.

Special Characteristics of iglide® J

- Very low abrasion values during dry operation
- Excellent wear resistance
- Maintenance-free dry operation
- Vibration dampening
- Very low moisture absorption

Advantages of DryLin® N

- Small mounting height and width
- Maintenance-free and self-lubricating
- High resistance to dirt
- Corrosion-resistant
- Low wear at a low coefficient of friction
- Lightweight due to aluminum polymer combination
- Very high speed and acceleration possible
- Replaceable polymer sliding elements made of iglide® J
- Base structure of the carriage made of plastic (size 17) or zinc, chromated (size 27, 40 and 80)
- Rails made of anodized aluminum
- Available from stock

DryLin® N low profile guides are available in the following sizes.

DryLin® N17 consists of plastic carriages with brass threaded inserts. The carriage is available in preloaded ("ending in "P") or standard versions.

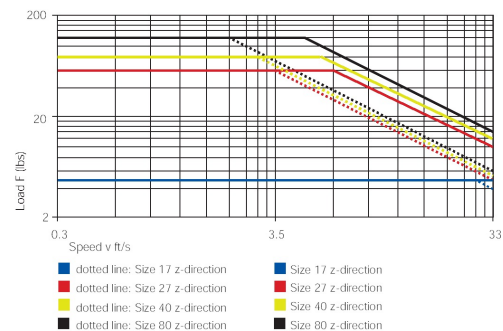
DryLin® N27 can be attached by means of a non-threaded through hole (version 01) or a threaded mounting post (version 02). DryLin® N27 is also available with a preload (ending in "P"). The size 27 is also offered with the iglide® J molded directly over the carriage (part number NW11-27 or NW12-27).

DryLin® N40 is available with a threaded mounting post, and is also available in an overmolded version (NW-11-40). The polymer gliding elements can be clamped or molded directly over the carriage alternatively.

DryLin® N80 is available with a threaded mounting bore and consists of three plastic elements clamped onto the carriage. N80 offers a wide base, which may eliminate the need for two rails.

Maximum loads (per carriage)

NW-02-17	= 11 lbs
NW-01/02-27	= 110 lbs
NW-02-40	= 154 lbs
NW-02-80	= 220 lbs



F = total of the loads on one rail

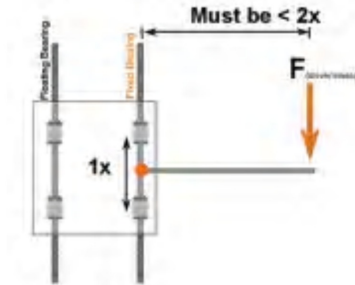
Graph 18.1: Fv-Diagram, maximum permissible dynamic loads of DryLin® N



DryLin® N Low Profile Linear Guide Systems - NK02-17



Eccentric Forces



The 2:1 Rule

When using linear plain bearings it is important to ensure that the acting forces follow the 2:1 Rule (see drawing). If either the load or the drive force (F) is greater than twice the bearing length (1X), then a binding or interrupted motion may occur.

If the location of the drive force or load cannot be changed, simply increase the distance between the bearings, or create a counterbalance to move the center-of-gravity back within the 2 to 1 ratio.



Online Lifetime Calculation
www.igus.com

2:1 Rule = permissible distances of the applied forces

Fixed and Floating Bearing Mounting Instructions

When using systems with 2 parallel rails, one side must be designated as the "fixed" rail, and the opposite side the "floating" rail.

Why use floating bearings?

- promotes smooth gliding performance and maximizes bearing life
- prevents binding caused by parallelism and angle errors
- decreases necessary drive force and wear by minimizing friction-forces
- Enhances the precision of the system over the bearings' lifetime.
- Reduce assembly time and cost

Fixed Bearings

The "fixed" bearing rail should be positioned closest to the drive force. This rail will determine the precision of the system; no system should contain more than two "fixed" bearings.

Floating/Self-Aligning Bearings

The "floating" rail should be the rail located furthest from the drive force. It is to act only as a guide, and will compensate for any misalignments or angle errors in the system ensuring proper functionality.

Mounting Surfaces

The mounting surfaces for rails and bearings should have a very flat surface (e.g milled surface) in order to enhance performance. Variations in these surfaces may be compensated for by using floating bearings.

DryLin® N - Floating Systems

Maximum float = $\pm .02"$ (.5 mm)



Standard Version

Part No.
Fixed Bearing -
CARRIAGE ONLY

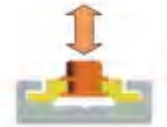
NW-02-17
NW-02-27 / NW-02-27
NW-02-40
NW-02-80



Horizontal Float "LLZ"

Part No.
Horizontal Floating -
CARRIAGE ONLY

NW-02-17 LLZ
NW-01-27 LLZ
NW-02-27 LLZ
NW-02-40 LLZ
NW-02-80 LLZ



Vertical Float "LLY"

Part No.
Vertical Floating -
CARRIAGE ONLY

NW-02-17 LLY
NW-01-27 LLY
NW-02-27 LLY
NW-02-40 LLY
NW-02-80 LLY



DryLin® N
Linear Guide
System

PDF: www.igus.com/pdf/DryLin.asp
Specs/CAD/RFQ: www.igus.com/DryLinN.asp
RoHS info: www.igus.com/RoHS.asp





DryLin® N
Linear Guide System

Telephone 1-888-803-1895
Fax 1-401-438-7680

Internet: <http://www.igus.com>
E-Mail: sales@igus.com
QuickSpec: www.igus.com/qs/DryLin.asp

18.6



DryLin® N Low Profile Linear Guide Systems

Ordering Instructions

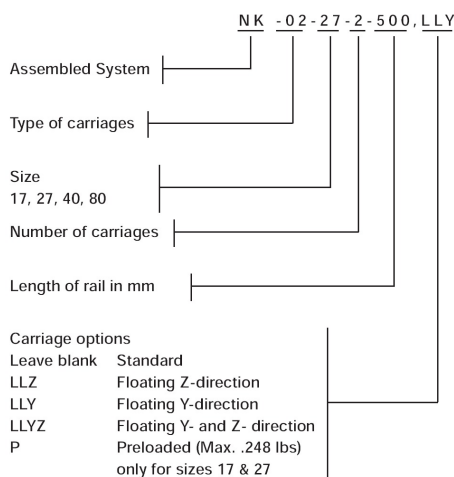
This assembly number corresponds to a fixed bearing system:

Order Example: **NK02-17-2-500**

This assembly number corresponds to a floating bearing (in z-direction) system:

Order Example: **NK02-17-2-500 LL**

Structure of the Part Number:



Part No.
Fixed Bearing -
ASSEMBLY

NK02-17- X-XXX
NK01-27- X-XXX
NK02-27- X-XXX
NK02-40- X-XXX
NK02-80- X-XXX

Part No. Horizontal
Floating Bearing -
ASSEMBLY

NK02-17- X-XXX, LLZ
NK01-27- X-XXX, LLZ
NK02-27- X-XXX, LLZ
NK02-40- X-XXX, LLZ
NK02-80- X-XXX, LLZ

Part No. Vertical
Floating Bearing -
ASSEMBLY

NK02-17- X-XXX, LLY
NK01-27- X-XXX, LLY
NK02-27- X-XXX, LLY
NK02-40- X-XXX, LLY
NK02-80- X-XXX, LLY

Part No.
Fixed Bearing -
CARRIAGE ONLY

NW-02-17
NW-02-27 / NW-02-27
NW-02-40
NW-02-80

Part No.
Horizontal Floating -
CARRIAGE ONLY

NW-02-17 LLZ
NW-01-27 LLZ
NW-02-27 LLZ
NW-02-40 LLZ
NW-02-80 LLZ

Part No.
Vertical Floating -
CARRIAGE ONLY

NW-02-17 LLY
NW-01-27 LLY
NW-02-27 LLY
NW-02-40 LLY
NW-02-80 LLY

Part No.
Fixed - Preloaded -
CARRIAGE ONLY

NW-02-17P
NW-01-27P
NW-02-27P

Part No.
RAIL ONLY

NS-01-17, length in mm
NS-01 length in mm
NS-01-40, length in mm
NS-01-80, length in mm



DryLin® N Low Profile Linear Guide Systems

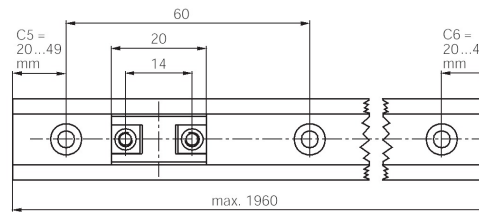
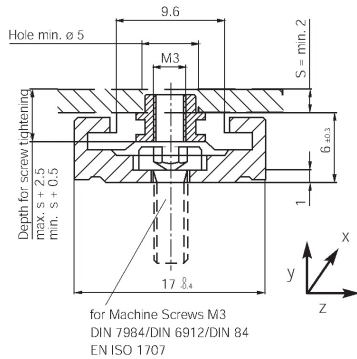
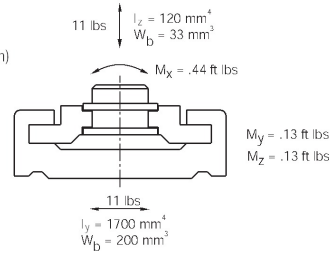


Carriages with mounting nuts

Data

- Rail weight .008 lbs/inch (150g/m)
- Carriage weight: .004 lbs (1.7g)
- Maximum rail length 6.43 ft (1960 mm)
- Standard bore scheme symmetrical C5 = C6
- Maximum speed 49 ft/s

Load Data:



DryLin® N Low Profile Linear Guide Systems, Preloaded - NK02-17-P



Advantages

- maintenance-free and self-lubricating
- resistant to dust and dirt
- corrosion resistant
- lightweight due to aluminum polymer combination
- very high speed and acceleration possible
- rails made of anodized aluminum
- small mounting height and noise-free within the preloading
- Wear-resistant carriage made of iglide® J material

Data

- Rail weight .008 lbs/inch (150g/m)
- Carriage weight: .004 lbs (1.7g)
- Maximum rail length: 6.43 "(1960 mm)
- Max. Speed: 49 ft/s
- Max. Static Load: 11 lbs
- preloading in Z direction: min. .225 lbs
- preloading in Y direction: min. .225 lbs
- Distance between bores: 60 mm
- C5/C6 min.: 20 mm
- C5/C6 max.: 49 mm

Order Example: NK02-17-2-500

Additional ordering instructions: Page 18.6



DryLin® N
Linear Guide
System

PDF: www.igus.com/pdf/DryLin.asp
Specs/CAD/RFQ: www.igus.com/DryLinN.asp
RoHS info: www.igus.com/RoHS.asp





DryLin® N
Linear Guide System

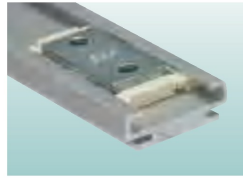
Telephone 1-888-803-1895
Fax 1-401-438-7680

Internet: <http://www.igus.com>
E-Mail: sales@igus.com
QuickSpec: www.igus.com/qs/DryLin.asp

18.8



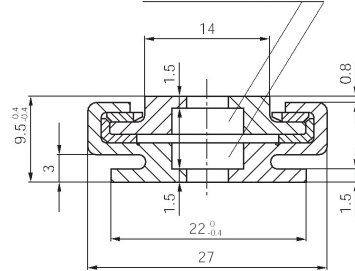
DryLin® N Low Profile Linear Guide Systems - NK01-27 Version 01 - Carriages without mounting threads



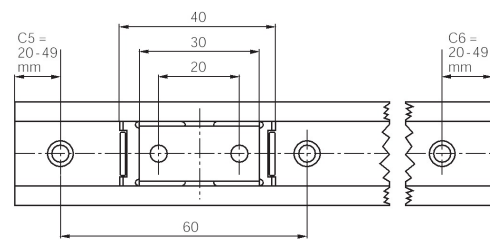
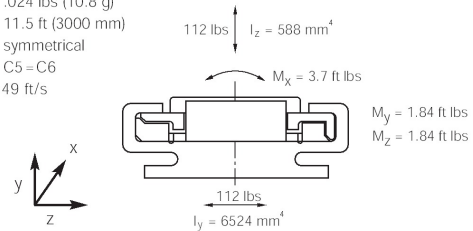
Data

- Rail weight .016 lbs/inch (290 g/m)
- Carriage weight: .024 lbs (10.8 g)
- Maximum rail length 11.5 ft (3000 mm)
- Standard bore scheme symmetrical C5 = C6
- Maximum speed 49 ft/s

for Machine Screws M4
DIN 7984 / DIN 6912
DIN 84 / EN ISO 1707



Load Data:



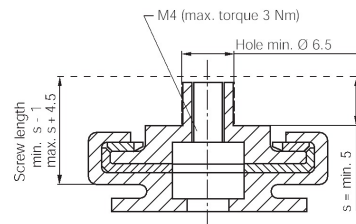
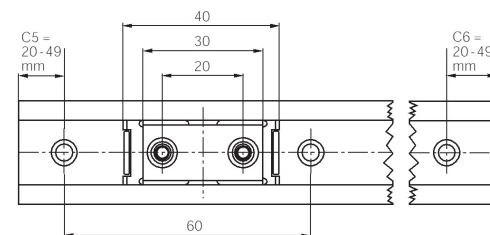
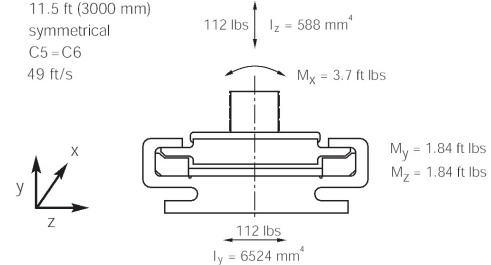
DryLin® N Low Profile Linear Guide Systems - NK02-27 Version 02 - Carriages with mounting threads



Data

- Rail weight .016 lbs/inch (290 g/m)
- Carriage weight: .027 lbs (12.5 g)
- Maximum rail length 11.5 ft (3000 mm)
- Standard bore scheme symmetrical C5 = C6
- Maximum speed 49 ft/s

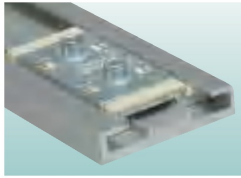
Load Data:



Order Example: NK02-27-2-500
Additional ordering instructions: Page 18.6



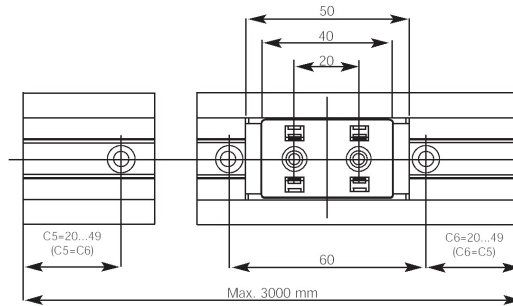
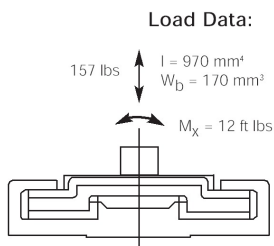
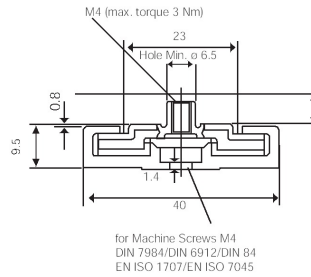
DryLin® N Low Profile Linear Guide Systems - NK02-40



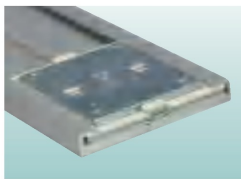
Data

- Rail weight .025 lbs/inch (450 g/m)
- Carriage weight .066 lbs (30 g)
- Maximum rail length 11.5 ft (3000 mm)
- Standard bore scheme symmetrical C5=C6
- Maximum speed 49 ft/s

Carriages with mounting nuts



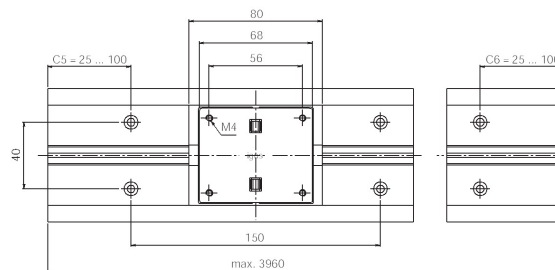
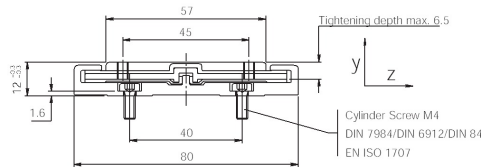
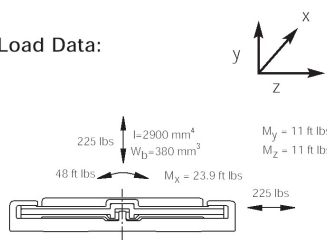
DryLin® N Low Profile Linear Guide Systems - NK02-80



Data

- Rail weight .064 lbs/inch (1140 g/m)
- Carriage weight .22 lbs (100 g)
- Maximum rail length 13 ft (3960 mm)
- Standard bore scheme symmetrical C5=C6
- Maximum speed 49 ft/s

Load Data:



Order Example: NK02-80-2-500

Additional ordering instructions: Page 18.6



DryLin® N
Linear Guide
System

PDF: www.igus.com/pdf/DryLin.asp
Specs/CAD/RFQ: www.igus.com/DryLinN.asp
RoHS info: www.igus.com/RoHS.asp

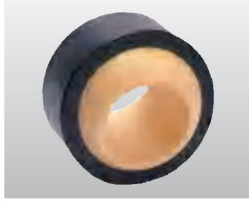


Selection Guide 1 Standard Material

	iglide® M250 standard from stock	iglide® R standard from stock	iglide® J standard from stock	iglide® G300 standard from stock
General Properties				
Density g/cm³	1.14	1.39	1.49	1.45
Color	Charcoal	Red	Yellow	Dark gray
Max. moisture absorption at 73°F / 50% r.h. % weight	1.4	0.2	0.3	0.7
Max. moisture absorption % weight	7.6	1.1	1.3	4.0
Coefficient of sliding friction, dynamic against steel μ	0.10 - 0.30	0.08 - 0.26	0.08 - 0.18	0.08 - 0.15
p x v-value, max. (dry) psi x fpm	3,400	8,700	9,700	12,000
Mechanical Properties				
Modulus of elasticity psi	121,500	290,000	348,000	1,131,000
Tensile strength at 68°F psi	16,240	10,440	10,585	30,450
Compressive strength psi	7,540	10,150	8,700	11,310
Max. permissible static surface pressure (68°F) psi	2901	3,335	5,075	11,600
Shore D-hardness	79	77	74	81
Physical and Thermal Properties				
Max. long-term application temperature °F	176	194	194	266
Max. short-term application temperature °F	338	230	248	428
Min. application temperature °F	- 40	- 58	- 58	- 40
Thermal conductivity (W/m x K)	0.24	0.25	0.25	0.24
Coefficient of thermal expansion (at 23°C) (K ⁻¹ x 10 ⁻⁵)	10	11	10	9
Electrical Properties				
Specific volume resistance Ωcm	> 10 ¹³	> 10 ¹²	> 10 ¹³	> 10 ¹³
Surface resistance Ω	> 10 ¹¹	> 10 ¹²	> 10 ¹²	> 10 ¹¹
8	SECTION 2	SECTION 3	SECTION 4	SECTION 5

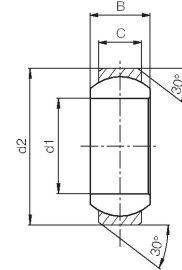


igubal® Pivoting Bearing - mm - EGLM



Special Properties

- housing made of igumid G
- pivoting ball made of highly wear-resistant iglide® L280
- easy to install
- compensation for alignment errors
- universal corrosion resistance
- lightweight
- maintenance-free, self-lubricating



Load Data and Dimensions (mm)

Part No.	Maximum Static Compression		Maximum Torque the Assembly (ft lbs)	d1 mm E10	d2 mm	B mm	C mm	Maximum Angle of Pivot
	Radial (lbs)	Axial (lbs)						
EGLM-04	135	11	1.5	4	12	5	3.0	37°
EGLM-05	213	22	1.5	5	14	6	4.0	33°
EGLM-06	236	28	1.8	6	14	6	4.0	27°
EGLM-08	303	39	5.2	8	16	8	5.0	24°
EGLM-10	449	67	10.3	10	19	9	6.0	24°
EGLM-12	505	101	18.4	12	22	10	7.0	21°
EGLM-15	775	112	22.1	15	26	12	9.0	21°
EGLM-16	876	135	23.6	16	28	13	9.5	21°
EGLM-17	921	157	25.8	17	30	14	10.0	21°
EGLM-20	1202	269	29.5	20	35	16	12.0	18°
EGLM-25	1843	393	40.6	25	42	20	16.0	16°
EGLM-30	2472	562	51.6	30	47	22	18.0	13°

► Tolerance Table, Page 1.14

For housing bores (H7)

For shaft sizes (h7)



igubal® Pivoting
Bearing
EGLM

PDF: www.igus.com/pdf/igubal.asp
Specs/CAD/RFQ: www.igus.com/igubal.asp
RoHS info: www.igus.com/RoHS.asp



28.5



COMPRESSION SPRINGS



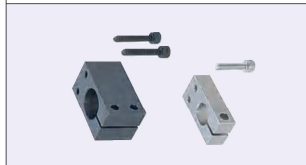
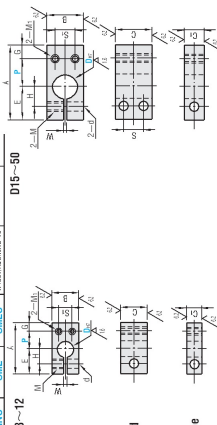
● End Coils Closed and Ground Square ● Music Wire (Plated), or Stainless Steel (Passivated)

LEE STOCK NUMBER	OUTSIDE DIAMETER		TO WORK IN HOLE DIA. MIN		NOMINAL WIRE DIAMETER		TO WORK OVER ROD DIA. MAX.		APPROXIMATE LOAD AT SOLID HEIGHT		NOMINAL FREE LENGTH		SPRING RATE		APPROXIMATE SOLID HEIGHT		PRICE GROUP		
	MM	IN	MM	IN	MM	IN	MM	IN	N	LB	MM	IN	N/mm	LB/IN	MM	IN	Music Wire	302 Stainless	316 Stainless
LCM 120H 01	15.00	0.591	16.00	0.630	1.20	0.047	12.22	0.481	33.40	7.51	12.50	0.492	4.27	24.38	4.70	0.185	F	H	SPECIAL
LCM 120H 02											15.50	0.610	3.29	18.80	5.38	0.212	F	H	SPECIAL
LCM 120H 03											19.00	0.748	2.60	14.84	6.17	0.243	G	J	SPECIAL
LCM 120H 04											22.00	0.866	2.20	12.56	6.86	0.270	G	J	SPECIAL
LCM 120H 05											25.00	0.984	1.91	10.90	7.52	0.296	H	K	SPECIAL
LCM 120H 06											30.00	1.181	1.56	8.92	8.66	0.341	H	K	SPECIAL
LCM 120H 07											35.00	1.378	1.32	7.55	9.80	0.386	J	L	SPECIAL
LCM 120H 08											40.00	1.575	1.15	6.55	10.95	0.431	J	L	SPECIAL
LCM 120H 09											45.00	1.772	1.01	5.78	12.07	0.475	K	M	SPECIAL
LCM 120H 10											50.00	1.969	0.91	5.17	13.21	0.520	L	N	SPECIAL
LCM 120H 11											55.00	2.165	0.82	4.68	14.35	0.565	M	P	SPECIAL
LCM 120H 12											60.00	2.362	0.75	4.28	15.47	0.609	N	Q	SPECIAL
LCM 120H 13											65.00	2.559	0.69	3.93	16.61	0.654	P	R	SPECIAL
LCM 120H 14											70.00	2.756	0.64	3.64	17.75	0.699	Q	S	SPECIAL
LCM 120H 15											80.00	3.150	0.56	3.17	20.02	0.788	R	T	SPECIAL
LCM 120H 16											90.00	3.543	0.49	2.81	22.28	0.877	S	U	SPECIAL
LCM 160H 01					1.60	0.063	11.40	0.449	102.00	22.93	15.50	0.610	11.95	68.26	6.96	0.274	G	J	SPECIAL
LCM 160H 02											19.00	0.748	9.31	53.14	8.05	0.317	H	K	SPECIAL
LCM 160H 03											22.00	0.866	7.82	44.66	8.89	0.350	H	K	SPECIAL
LCM 160H 04											25.00	0.984	6.75	38.52	9.88	0.389	J	L	SPECIAL
LCM 160H 05											30.00	1.181	5.49	31.33	11.40	0.449	J	L	SPECIAL
LCM 160H 06											35.00	1.378	4.62	26.40	12.95	0.510	K	M	SPECIAL
LCM 160H 07											40.00	1.575	4.00	22.82	14.48	0.570	K	M	SPECIAL
LCM 160H 08											45.00	1.772	3.52	20.09	16.00	0.630	L	N	SPECIAL
LCM 160H 09											50.00	1.969	3.14	17.94	17.55	0.691	L	N	SPECIAL
LCM 160H 10											55.00	2.165	2.84	16.21	19.08	0.751	M	P	SPECIAL
LCM 160H 11											60.00	2.362	2.59	14.78	20.60	0.811	N	Q	SPECIAL
LCM 160H 12											65.00	2.559	2.38	13.59	22.15	0.872	P	R	SPECIAL
LCM 160H 13											70.00	2.756	2.20	12.57	23.67	0.932	Q	S	SPECIAL
LCM 160H 14											80.00	3.150	1.91	10.93	26.75	1.053	R	T	SPECIAL
LCM 160H 15											90.00	3.543	1.69	9.67	29.79	1.173	S	U	SPECIAL
LC 045H 0	15.24	0.600	15.88	0.625	1.14	0.045	12.55	0.494	32.25	7.25	12.70	0.500	3.80	21.70	4.32	0.170	F	H	M
LC 045H 01											15.88	0.625	3.15	18.00	4.60	0.181	F	H	M
LC 045H 02											19.05	0.750	2.63	15.00	5.18	0.204	G	J	N
LC 045H 03											22.23	0.875	2.10	12.00	5.74	0.226	G	J	N
LC 045H 04											25.40	1.000	1.84	10.50	6.32	0.249	H	K	P
LC 045H 05											31.75	1.250	1.40	8.00	7.47	0.294	J	L	Q
LC 045H 06											38.10	1.500	1.14	6.50	8.89	0.350	K	M	R
LC 045H 07											44.45	1.750	0.96	5.50	9.83	0.387	L	N	S
LC 045H 08											50.80	2.000	0.83	4.75	11.25	0.443	M	P	T
LC 045H 09											57.15	2.250	0.74	4.20	12.34	0.486	N	Q	U
LC 045H 10											63.50	2.500	0.66	3.75	13.51	0.532	P	R	V
LC 045H 11											69.85	2.750	0.60	3.40	14.63	0.576	Q	S	W
LC 045H 12											76.20	3.000	0.54	3.10	15.80	0.622	R	T	X
LC 045H 13											82.55	3.250	0.50	2.86	16.94	0.667	S	U	Y
LC 045H 14											88.90	3.500	0.46	2.65	18.06	0.711	T	V	Z
LC 049H 01					1.24	0.049	12.34	0.486	53.38	12.00	15.88	0.625	4.90	28.00	5.08	0.200	F	H	M
LC 049H 02											19.05	0.750	4.03	23.00	5.61	0.221	G	J	N
LC 049H 03											22.23	0.875	3.33	19.00	6.22	0.245	G	J	N
LC 049H 04											25.40	1.000	2.80	16.00	6.86	0.270	H	K	P
LC 049H 05											31.75	1.250	2.28	13.00	7.72	0.304	J	L	Q
LC 049H 06											38.10	1.500	1.75	10.00	9.35	0.368	K	M	R
LC 049H 07											44.45	1.750	1.49	8.50	10.59	0.417	L	N	S
LC 049H 08											50.80	2.000	1.31	7.50	11.46	0.451	M	P	T
LC 049H 09											57.15	2.250	1.14	6.50	12.70	0.500	N	Q	U
LC 049H 10											63.50	2.500	1.01	5.75	13.97	0.550	P	R	V
LC 049H 11											69.85	2.750	0.89	5.08	15.39	0.606	Q	S	W
LC 049H 12											76.20	3.000	0.81	4.64	16.61	0.654	R	T	X

Sales Hotline: Tel: +44 (0)118 978 1800 Fax: +44 (0)118 977 4832 or order on line @ www.leespring.co.uk



Strut Clamps —Tapped Hole Type—

[illegible]

Standard Pitch Type

Species	Type	Grating No.	Dose*		P	A	B	C	C ₁	E	G	H	SH	M ₁	S	M	d	W
			10	30														
KNN	199a	18	0.015	—	11	31	12	—	11	—	5	9	6	M 3	—	—	—	—
	KNN	12	+0.018	—	13	34	16	9	15	—	—	9	10	M 4	—	M 5	5.5	—
	KNN	15	0	—	17	45	22	25	12	20	8	12	15	M 5	12	—	—	—
	KNN	20	0.021	—	23	58	32	32	19	25	10	18	20	M 6	16	M 6	6.6	2
	KNN	30	0	—	27	69	40	40	22	29	—	21	23	M 7	—	—	—	—
ANNU	25-30	30	0	—	37	69	50	50	35	34	—	26	30	M 8	20	M 8	9	—
	ANNU	40	+0.025	—	45	75	50	50	32	34	—	26	30	M 8	20	M 8	9	—
	KNNU	50	—	—	45	103	65	65	32	40	15	33	38	M 10	32	M 10	11	3

Pitch Selectable Type

[illegible]

		Price		Volume Discount Rate		Unit Price		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch		Unit Price		Pitch		Standard Pitch	
--	--	--------------	--	-----------------------------	--	-------------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--	-------------------	--	--------------	--	-----------------------	--

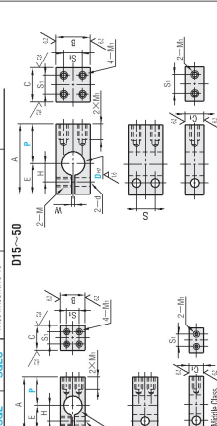


1419

Strut Clamps



	Type			M	S	A
	Standard Pitch	Thin Type	Pitch Selectable			
	Standard	Thin Type	Standard	Thin Type		
	QGM	QGM	KOL	KOL	Black Oxide	
	QGM	QGM	KOL	KOL	Electroless Nickel Plating	
	QGM	QGM	QGM	QGM	Black Anodizing	
	QGM	QGM	QGM	QGM	—	



■ Standard Pitch Type

Concentration	Type	Ca ²⁺ (mM)	P	A	B	C	U	E	H	Sn	S	M	d	W
Control	SOm	0	29	12	12	—	—	—	—	6	—	—	—	—
	SOm	0.015	16	53	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—
	SOm	0.03	18	34	16	9	16	10	8	M-3	—	—	—	—
	SOm	0.2430	23	45	22	22	12	20	12	M-5	—	M-5	55	—
100 mg/L	SOm	0	29	12	12	—	—	—	—	6	—	—	—	—
	SOm	0.015	16	53	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—
	SOm	0.03	18	34	16	9	16	10	8	M-3	—	—	—	—
	SOm	0.2430	23	45	22	22	12	20	12	M-5	—	M-6	66	2
200 mg/L	SOm	0	29	12	12	—	—	—	—	6	—	—	—	—
	SOm	0.015	16	53	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—
	SOm	0.03	18	34	16	9	16	10	8	M-3	—	—	—	—
	SOm	0.2430	23	45	22	22	12	20	12	M-5	—	M-8	8	9
400 mg/L	SOm	0	29	12	12	—	—	—	—	6	—	—	—	—
	SOm	0.015	16	53	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—
	SOm	0.03	18	34	16	9	16	10	8	M-3	—	—	—	—
	SOm	0.2430	23	45	22	22	12	20	12	M-5	—	M-8	8	9
800 mg/L	SOm	0	29	12	12	—	—	—	—	6	—	—	—	—
	SOm	0.015	16	53	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—
	SOm	0.03	18	34	16	9	16	10	8	M-3	—	—	—	—
	SOm	0.2430	23	45	22	22	12	20	12	M-5	—	M-8	8	9

■ Pitch Selectable Type

Material	Cracking Type	Displacement	Cracking Type	Displacement	A	B	C	E	H	Si	Mh	S	M	d	W
Standard Type	10	10	Standard Type	10	16	16	9	15	9	3	—	—	—	—	—
SOGL	20	20	SOGL	20	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
SOGL	25	25	SOGL	25	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
SOGL	30	30	SOGL	30	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	35	35	SOGL	35	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	40	40	SOGL	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	45	45	SOGL	45	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	50	50	SOGL	50	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	55	55	SOGL	55	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	60	60	SOGL	60	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	65	65	SOGL	65	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	70	70	SOGL	70	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	75	75	SOGL	75	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	80	80	SOGL	80	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	85	85	SOGL	85	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	90	90	SOGL	90	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	95	95	SOGL	95	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	100	100	SOGL	100	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	105	105	SOGL	105	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	110	110	SOGL	110	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	115	115	SOGL	115	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	120	120	SOGL	120	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	125	125	SOGL	125	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	130	130	SOGL	130	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	135	135	SOGL	135	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	140	140	SOGL	140	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	145	145	SOGL	145	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	150	150	SOGL	150	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	155	155	SOGL	155	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	160	160	SOGL	160	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	165	165	SOGL	165	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	170	170	SOGL	170	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	175	175	SOGL	175	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	180	180	SOGL	180	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	185	185	SOGL	185	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	190	190	SOGL	190	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	195	195	SOGL	195	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	200	200	SOGL	200	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	205	205	SOGL	205	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	210	210	SOGL	210	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	215	215	SOGL	215	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	220	220	SOGL	220	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	225	225	SOGL	225	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	230	230	SOGL	230	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	235	235	SOGL	235	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	240	240	SOGL	240	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	245	245	SOGL	245	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	250	250	SOGL	250	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	255	255	SOGL	255	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	260	260	SOGL	260	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	265	265	SOGL	265	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	270	270	SOGL	270	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	275	275	SOGL	275	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	280	280	SOGL	280	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	285	285	SOGL	285	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	290	290	SOGL	290	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	295	295	SOGL	295	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	300	300	SOGL	300	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	305	305	SOGL	305	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	310	310	SOGL	310	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	315	315	SOGL	315	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	320	320	SOGL	320	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	325	325	SOGL	325	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	330	330	SOGL	330	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	335	335	SOGL	335	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	340	340	SOGL	340	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	345	345	SOGL	345	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	350	350	SOGL	350	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	355	355	SOGL	355	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	360	360	SOGL	360	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	365	365	SOGL	365	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	370	370	SOGL	370	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	375	375	SOGL	375	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	380	380	SOGL	380	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	385	385	SOGL	385	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	390	390	SOGL	390	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	395	395	SOGL	395	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	400	400	SOGL	400	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	405	405	SOGL	405	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	410	410	SOGL	410	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	415	415	SOGL	415	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	420	420	SOGL	420	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	425	425	SOGL	425	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	430	430	SOGL	430	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	435	435	SOGL	435	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	440	440	SOGL	440	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	445	445	SOGL	445	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	450	450	SOGL	450	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	455	455	SOGL	455	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	460	460	SOGL	460	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	465	465	SOGL	465	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	470	470	SOGL	470	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	475	475	SOGL	475	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	480	480	SOGL	480	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	485	485	SOGL	485	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	490	490	SOGL	490	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	495	495	SOGL	495	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	500	500	SOGL	500	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	505	505	SOGL	505	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	510	510	SOGL	510	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	515	515	SOGL	515	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	520	520	SOGL	520	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	525	525	SOGL	525	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
SOGL	530	530	SOGL	530	40	40	40	40	40	40	40				

[illegible]

1420

SERIES 543 — with Simple Design

- As compact as standard Series 2 dial indicators.
- After the initial zero-setting with the **ORIGIN** button, the repeated absolute positioning is no longer necessary over the entire battery life.

- Employing the ABSOLUTE linear encoder, the ID-S always displays the spindle "Absolute Position" from the origin at power-on. Also unlimited response speed eliminates over-speed errors.
- SPC data output.



Inch/Metric Stem dia. 3/8" #4-48 UNF Thread ISO/JIS type ANSI/AGD type

Resolution	Range	Order No.		Model	Accuracy	Measuring force	Remarks
		w/ lug back	w/ flat-back				
.00005"/0.001mm	5" / 12.7mm	543-692	543-692B	ID-S112E	.00012"	2.0N	—
.00005"/0.001mm	5" / 12.7mm	543-696	543-696B	ID-S112PE	.00012"	2.5N	Dust-proof
.00001"/0.001mm	5" / 12.7mm	543-693	543-693B	ID-S112T	.00012"	2.0N	—
.00005"/0.01mm	5" / 12.7mm	543-683	543-683B	ID-S1012E	.0002"	2.0N	—

Inch/Metric		Stem \varnothing 8mm, M2.5 x 0.45 Thread					
Resolution	Range	Order No.		Model	Accuracy	Measuring force	Remarks
		w/ lug back	w/ flat-back				
.00005"/0.001mm	5" / 12.7mm	543-691	543-691B	ID-S112M	.00012"	2.0N or less	—
.00005"/0.001mm	5" / 12.7mm	543-695	543-695B	ID-S112PM	.00012"	2.5N or less	Dust-proof
.00005"/0.01mm	5" / 12.7mm	543-682	543-682B	ID-S1012M	.0008"	2.0N or less	—

Metric		Stem ø 8mm; M2.5 x 0.45 Thread					
Resolution	Range	Order No.		Model	Accuracy	Measuring force	Remarks
		w/ lug back	w/ flat-back				
0.001mm	12.7mm	543-690	543-690B	ID-S112	0.003mm	2.0N or less	—
0.001mm	12.7mm	543-694	543-694B	ID-S112P	0.003mm	2.5N or less	Dust-proof
0.01mm	12.7mm	543-681	543-681B	ID-S110	0.02mm	2.0N or less	—

[illegible]

Accuracy: Refer to the list of specifications (excluding quantizing error)
Resolution: 0.01mm, 0.001mm, 0.0005"/0.01mm, 0.001"/0.001mm or 0.0005"/0.001mm
Display: LCD
Length standard: ABSOLUTE electrostatic capacitance type linear encoder
Max. response speed: Unlimited
Measuring force: Refer to the list of specifications
Battery: SR44 (1 pc), **938882**
Battery life: Approx. 20,000 hours under normal use
Dust/Water protection level: IP42 (IP53) **543-694, 543-695**
543-696)

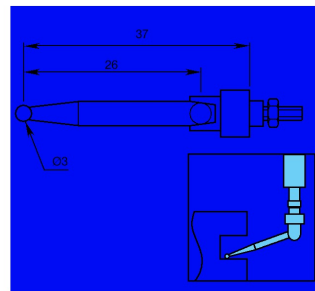
Origin-set, Zero-set, Counting direction switching, Power ON/OFF, Data output, inch/mm conversion (on inch/metric models only).
Alarm: Low voltage, Counting value composition error, Over-flow error

- 905338: SPC cable (40" / 1m)
- 905409: SPC cable (80" / 2m)
- 903424: Spindle lifting lever (ISO/JIS type)
- 903425: Spindle lifting lever (ANSI/AGD type)
- 540774: Spindle lifting cable (stroke: 4" / 10mm)
- 125317: Spare rubber boot (for dust-proof type)
- 02AC8420: Lug-on-center back for ISO/JIS type
- 02AC8430: Lug-on-center back for AGD type
- 02AC8440: Flat back
- 02AC8610: Back with post
- 02AC8620: Adjustable back for AGD type
- 02AC8630: Adjustable back (ISO/JIS type)
- 02AC8640: Back with offset lug
- 02AC8650: Magnetic back
- 02AC8660: Back with screw mount for AGD type
- 02AC8670: Back with screw mount (ISO/JIS type)
- 02AC8680: Back with adjustable bracket

-----: Contact points (See page F-34.)

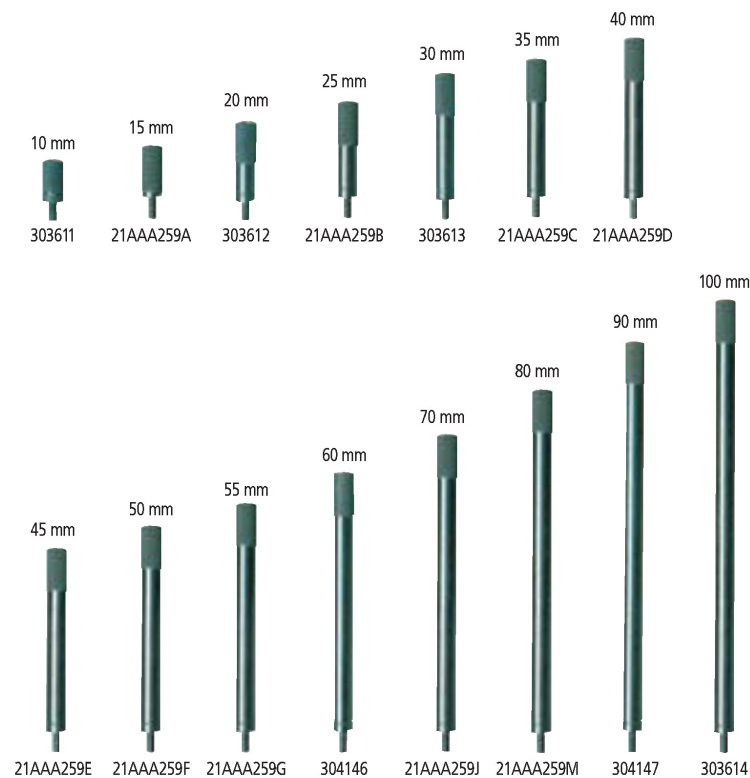


Palpador universal para relojes comparadores



N° 900391 Palpador universal
para relojes comparadores

Alargaderas intercambiables Ø 5 mm



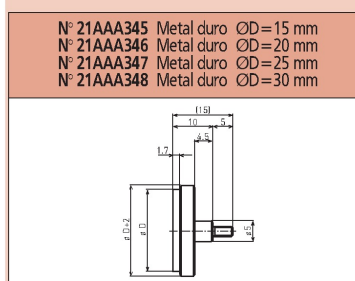
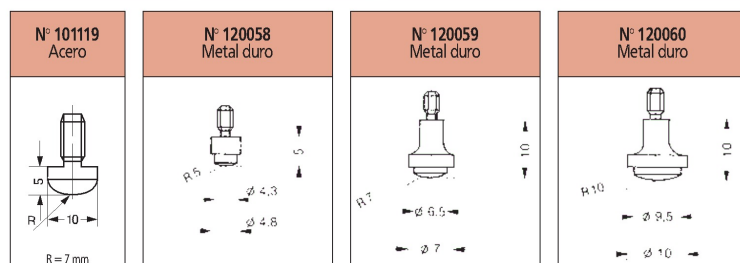
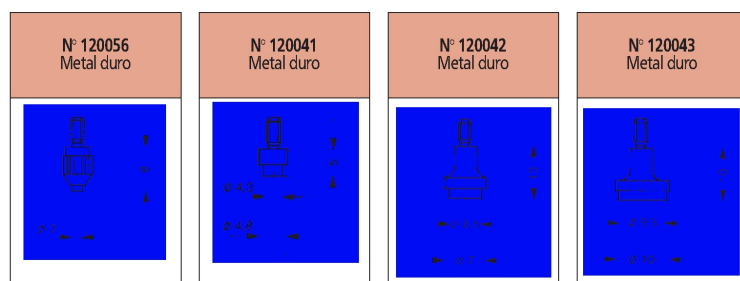
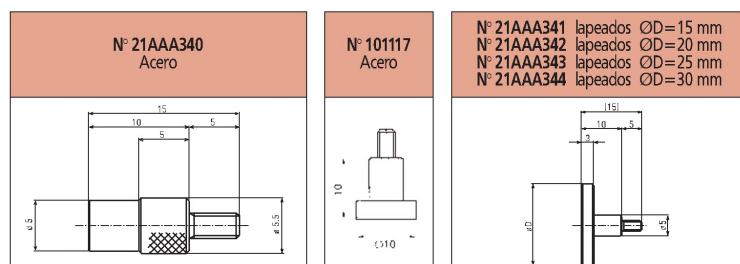
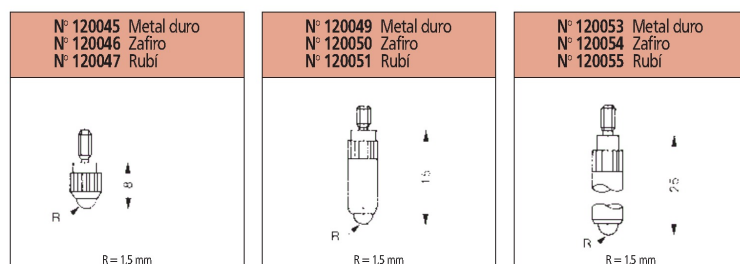
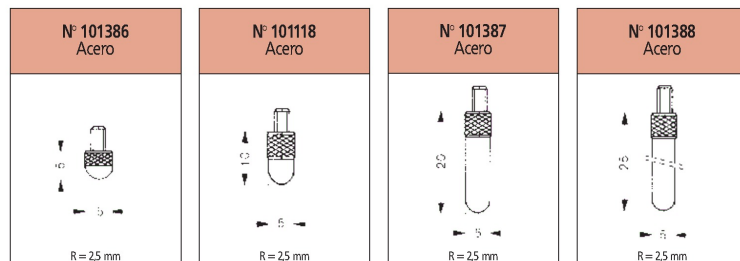
Mitutoyo

204



Puntas de contacto y alargaderas

- Para relojes comparadores, relojes comparadores con puente para medición de profundidad y comparadores de precisión; con rosca: M2,5 x 0,45 mm.



D Manual del controlador

PIC-SERVO SC 3PH Motion Control Board

For 3-Phase Brushless & Brush-type DC Motors

(P/N: KAE-T0V10-BD3PHV1)

The **PIC-SERVO SC 3PH** Motor Control board is a complete servo control system with the following features:

- **PIC-SERVO SC** motion control chip providing servo control for motors with incremental encoders, including trapezoidal profiling, velocity profiling and support for coordinated multi-axis motions.
- On-board amplifier for 3-Phase brushless motors (with 3 hall effect sensors) *or* conventional brush-type motors.
- Amplifier capable of driving 6 amps continuously at up to 48vdc. Built-in thermal, overcurrent and undervoltage protection.
- Current sensing, active current limiting, and overvoltage protection.
- RS485 serial interface allows up to 32 **PIC-SERVO** controllers to be controlled from a single serial port. Connects to an RS232 port through commonly available full-duplex adapters or using the **Z232-485** converter board.
- Step & Direction inputs for control from stepper based indexing systems.
- Two limit switch inputs for overtravel protection.
- Its small size (3" x 3") allows it to be mounted near motors, reducing noise and simplifying wiring.
- Windows test software provided including 32 bit Windows DLL and C source code. DOS based C code and Basic code are also available.

1. Quick Start

What you will need:

PIC-SERVO 3PH Motor Control Board

Z232-485 Converter Board, **USB-NMC** Adapter, or equivalent

Brushless Motor, 3-phase with hall effect sensors and incremental encoder

-or-

Conventional DC brush motor with incremental encoder

Motor power supply (12v min. - 48vdc max.)

Logic power supply (7.5 - 12vdc, 500 ma)

Motor & encoder cables

10 pin flat ribbon cable with standard IDC socket connectors at both ends

Straight DB9 male / DB9 female cable to PC COM port

PC compatible computer running Windows

Test software - NMCTest for Windows95/98/2000/NT/XP

(available for download from www.jrkerr.com)

CAUTION

The **PIC-SERVO SC 3PH** Motion Control Board does not incorporate safeguards for fail-safe operation. As such, this board should not be used in any device which could cause injury, loss of life, or property damage. **JEFFREY KERR, LLC** makes no warranties whatsoever regarding the performance, operation, or fitness of this board for any particular purpose.

JEFFREY KERR, LLC • www.jrkerr.com



Most of the cables are available from computer or electronics stores. However, you will probably have to make your own motor/encoder cable to connect to your particular motor. Refer to *Section 2.1* for the connector pin definitions.

To start off, connect your encoder to connector P3 and your hall effect sensors to connector P5. If you are using a brush-type DC motor, do not connect anything to connector P5. Your motor leads will connect to the three-position screw terminals marked P2. If you are using a brush-type motor, you will connect the leads to just the first two positions on this screw terminal. Please see *Section 2.1* for connection details.

Because standards vary, you may have to re-arrange your motor leads by trial and error once you start testing. Even with brush-type motors, there is a 50-50 chance you will have to reverse the motor leads to get the polarity right.

Interconnections and Jumpers:

Basic interconnections and jumpers are shown in *Figure 1* for both a single controller and for a multiple controller configuration. On the **Z232-485** converter, jumpers JP3 and JP4 are installed in the 1-2 position for use as a simple converter. (Please refer to the **Z232-485** documentation for use with the optional standalone processor cards.) Jumper JP5 is installed to distribute logic power to the controller boards over the communications cable. Logic power (7.5 - 12vdc) is supplied on connector JP6. (If you are using a different type of serial port adapter, you may supply power to connector JP8 on the **PIC-SERVO SC 3PH** board.)

On the **PIC-SERVO SC 3PH** controller board, jumpers JP6 and JP7 are installed to connect logic power supplied by the communications cable to the board's logic supply. In the *single* controller configuration, the three jumpers labeled JP3, JP4 and JP5 should be installed as shown. In the *multiple* controller configuration, these jumpers should only be installed on *last* controller, furthest from the PC host. On all intermediate controllers, jumpers at JP3, JP4 and JP5 should be left *uninstalled*.

Motor power should be connected to the two position screw terminals, P1, with 12 - 48vdc connected to the terminal towards the upper edge of the board and GND connected to the terminal towards the center as shown in *Figure 1*. Because the logic power supply, the motor power supply, and your host computer are all connected with a common ground, we recommend that your motor power supply and your logic power supply have floating outputs to avoid ground loops.

Loading and Running Software:

First unzip NMCTEST.ZIP into a single directory. Before starting up the test code, make sure all of your jumpers and interconnections are as shown in *Figure 1*. Also make sure you have logic power supplied to the **Z232-485** converter.

Run the program NMCTest.exe. Select the correct COM port when prompted (leaving the default baud rate at 19200 for now). If you are using a different COM port, you will get an error message saying no modules were found. If this is the case, click on the Reset Network button and set the COM port to the correct value. The program will attempt to locate controllers on the RS485 network and will respond with the number of controllers found. If the number of controllers reported does not match the number connected, re-check the interconnections, jumpers and power, and then try again.



The list box on the left side of the window will display the list of motors found. Module 1 will be the last controller which is furthest from the host PC. Clicking on different controllers will display the status and controls for that particular motor. Click on the **PIC-SERVO** module you are testing and spin the motor shaft by hand. See that the position changes accordingly in the status panel.

Before testing the servo, make sure that the motor is disconnected from any mechanism so that it is able to spin freely. To test the servo, first turn on the motor power. You should see the Motor Power box checked in the status panel. Next, click on the Enable Amplifier box in the Motion Command panel.

Next, you will need verify that your brushless motor leads are connected in the proper order, and rearrange them if they not. (Skip to the next paragraph if you are using a brush motor.) Select PWM mode, type in a value of 64 (about 25% of full voltage), and click on the GO button. If the motor does not spin, click the Motor Off button and try a different arrangement of the motor leads (there are a total of 6 possible arrangements). If the motor does spin, try entering a value of -64, and see if the motor spins at approximately the same speed in the opposite direction. If it does not, you still don't have it right - try a different lead arrangement. When the motor is connected correctly, it will spin smoothly with equal ease in both directions*.

At this point, the commutation is correct, but the motor still may be rotating backwards in relation to the encoder. You can check this by looking at the motor velocity when you run in PWM mode with a PWM value of +64: the velocity reading should be *positive*[#]. If the velocity value reads *negative*, the polarity is reversed and you have two choices for fixing it: 1) you can swap the encoder Channel A and Channel B wires, effectively making the encoder count in the other direction, or 2) rearrange both the hall effect sensor wires *and* the motor lead wires until the commutation is correct *and* the polarity with respect to the encoder is correct. (For brush motors, you can simply reverse the encoder wires or reverse the motor leads to correct any polarity mismatch.)

Finally, click on the STOP! button to enable the position servo. Try turning the motor shaft by hand. (If the motor jerks and stops, or spins out of control, you probably still have the motor and encoder polarities reversed.) The motor should attempt to hold a fixed position. If it does, click on Pos mode, type in a position value of 1000, and then click on GO. The motor should move to position 1000 (or close to it, depending on how the gains are set). Try moving to several different positions until you are satisfied that the motor is moving as it should. (Note that if your motor has a gearhead, the motion of 1000 counts may produce an imperceptibly small motion, and you should use a larger number instead.)

If the motor seems to buzz when it is stationary, try setting the Deadband Compensation value (DC) to 1 or 2 to compensation for amplifier non-linearity near zero output.

Otherwise, the control gains, and maximum velocities and accelerations are set to default values which are reasonable for most small motors. Please refer to the **PIC-SERVO SC** controller chip datasheet for details on the values for the gains, velocities and accelerations. The NMCTest online help also has a great deal of information about the **PIC-SERVO SC** controller.

* If your motor does not spin smoothly with any of the six possible lead configurations, it may be that the **PIC-SERVO SC** is not set for 3-phase commutation. Click on the "Configure EEPROM" and check the 3-Phase Commutation option only and then click "Save data in EEPROM". Next click on "Reset Network" and start again.

[#] With older versions of the **PIC-SERVO** chipset, the velocity should read *negative* for positive PWM values.



2. Connectors and Jumpers

2.1 Pinouts

Motor Power Connector **P1** (2 position screw terminal)

Pin	Definition
1	Motor Power Supply 12 - 48vdc - <i>near top edge of board</i>
2	Motor Power Supply Ground (connected internally to logic ground)

Logic Power Connector **JP8** (1x2 pin header - 0.100" spacing)

(Use only if logic power is **not** supplied via the network communications cable.)

Pin	Definition
1	7.5 - 12vdc (towards the lower edge of the board)
2	Ground

Motor Connector **P2** (3 position screw terminals)

Pin	Definition
1	Phase 0 for 3-phase motors, M+ for brush-type motors
2	Phase 1 for 3-phase motors, M- for brush-type motors
3	Phase 2 for 3-phase motors

Hall Effect Sensor Connector **P5** (1x5 pin header - 0.100" spacing)

Pin	Definition
1	+5v output
2	Hall sensor 0 (This signal has an internal pull-up resistor to +5v)
3	Hall sensor 1 (This signal has an internal pull-up resistor to +5v)
4	Hall sensor 2 (This signal has an internal pull-up resistor to +5v)
5	Ground

Encoder Connector **P3** (1x5 pin header - 0.100" spacing)

Pin	Definition
1	+5v output
2	Channel A (This signal has an internal pull-up resistor to +5v)
3	Channel B (This signal has an internal pull-up resistor to +5v)
4	Index (optional) (This signal has an internal pull-up resistor to +5v)
5	Ground

Limit Switch Connector **P4** (1x5 pin header - 0.100" spacing)

Pin	Definition
1	Limit Switch 2 (reverse limit) <i>or</i> Step Input (if Step & Direction mode enabled) (This signal has an internal pull-up resistor to +5v)
2	Limit Switch 1 (forward limit) <i>or</i> Dir Input (if Step & Direction mode enabled) (This signal has an internal pull-up resistor to +5v)
3	Enable input used if in Step & Direction mode (connects to MCLR) (This signal has an internal pull-up resistor to +5v)
4	Servo Fault output if in Step & Direction mode (connects to ADDR_OUT)
5	Ground



Network Connectors JP1, JP2 (2x5 pin header - 0.100" spacing)

Pin	Definition
1	RCV+
2	RCV-
3	XMT+
4	XMT-
5	ADDR_IN on JP1, ADDR_OUT on JP2
6	Ground
7	Logic power (7.5 - 12vdc)
8	Ground
9	Logic power (7.5-12vdc)
10	Ground

2.2 Jumpers

Jumper	Description
JP3	Connects ADDR_IN to GND. Insert jumper for the last controller board on the network (or if only 1 controller is used)
JP4, JP5	Enables termination resistors on RX and TX. Insert these jumpers for the last controller on the network (or if only 1 controller is used).
JP6,JP7	Logic power interconnection. Inserting JP6 connects logic power to network connector JP2. Inserting JP7 connects logic power to JP1. These are used to control the distribution of logic power over the network cables. Normally both these jumpers are installed.

3. PIC-SERVO Motor Control Board Description

The **PIC-SERVO 3PH** Motor Control board is a complete motor servo control system including a servo controller, amplifier, serial communications interface, optical encoder interface, and limit switch inputs. The board is designed so that up to 32 controllers can be connected directly to a single standard serial port (using an RS232-RS485 converter if necessary).

3.1 PIC-SERVO SC Controller Chip

The **PIC-SERVO SC** controller chip is the core of the controller board. It encompasses all of the logic for encoder counting, servo control, motion profiling, phase commutation, fault detection and serial communications. It also has optional Step & Direction inputs for interfacing to stepper-type motion profiling systems, and an on-board EEPROM for storing configuration information. Please refer to the **PIC-SERVO SC** controller chip data sheet for complete information on the servo control operation and command set for your **PIC-SERVO SC 3PH** controller board.

Note that earlier versions of the **PIC-SERVO** chipset (v.5 and earlier) cannot be used in the **PIC-SERVO SC 3PH** board.

3.2 Communications Interface

The **PIC-SERVO SC 3PH** uses an RS485 multi-drop interface for allowing multiple control modules to communicate over the same RS485 communication port. The host computer sends commands out over a dedicated pair of transmit wires, and all status data comes back over a shared pair of receive wires. Because the host has a dedicated transmit line, a standard RS232 serial port can be used with a 4-wire RS242-RS485 (or RS232-RS422) converter.



With multiple controllers on a single network, each controller must have a unique address for receiving commands. Rather than using dip switches or jumpers to assign addresses, the **PIC-SERVO SC 3PH** uses a method of daisy-chaining an ADDR_IN signal and an ADDR_OUT signal for dynamically assigning addresses. With the controllers interconnected as shown in *Figure 1*, the ADDR_OUT signal of one board is connected to ADDR_IN of the next board. The very last board has ADDR_IN jumpered to GND. On power-up, all boards with ADDR_IN held high will have their communications disabled. Therefore, only the last board will be able to communicate with a default address of 0.

To initialize the network, a command is sent to the last controller (with address 0) to change its address to a value of 1. This has the side effect of causing its ADDR_OUT to lower, enabling communications with the next controller. The next command sent to address 0 will now be sent to the second-to-last controller. This process of assigning addresses is repeated until all controllers have been given unique addresses.

3.3 Amplifier

The amplifier on the **PIC-SERVO SC 3PH** board consists of three LMD18200 I.C.'s configured as half-bridge drivers. The amplifier is capable of driving 3-phase brushless motors or conventional brush-type DC motors. The commutation logic will check to see if hall effect sensors are connected to connector P5. If they are, it commutates the three phase outputs for driving a 3-phase brushless motor assuming a 120 degree hall sensor orientation. If nothing is connected to P5 (*i.e.*, if it reads hall sensor input values of 1, 1, 1), the commutation logic will only drive output phases 0 and 1 (pins 1 & 2 of P2) to work with a regular 2-wire brush-commutated DC motor.

The three LMD18200 amplifier chips may be screwed to an aluminum heatsink or to a metal chassis for heat dissipation. The metal tabs of these chips are all connected internally to ground. You should use an electrical insulator (Kapton tape works well) between the tabs and your chassis if you do not want the chassis connected to ground. If you are driving less than 1/2 amp, however, you may be able to run the amplifier without heat sinks.

Overcurrent, Overvoltage, Undervoltage & Thermal Protection

The LMD18200 amplifier chips on the **PIC-SERVO SC 3PH** board have internal overcurrent protection circuitry which prevents absolute peak currents above 10 amps. Generally, however, the current is limited to about 7 amps and the thermal limitation on the continuous current is 6 amps. You can also use the current limiting feature of the **PIC-SERVO SC** controller chip to limit the current to any value less than 7 amps by setting the Current Limit value according to the table below. Note that only *odd* current limit values should be used, unless you want to disable the **PIC-SERVO SC** chip's current limiting altogether.

Desired maximum current (amps)	Current limit value
no current limiting (limited to approximately 7A by the LMD18200)	0
1.0	43
2.0	83
3.0	121
4.0	159
5.0	199
6.0	239



The LMD18200 amplifier chips also have built-in thermal protection. Thermal shutdown occurs at 170 degrees C which will disable the amplifier and keep it disabled until the temperature drops below the threshold. Adequate heat sinking, as described above, is required to prevent thermal shutdown.

Undervoltage and overvoltage protection are provided by the **PIC-SERVO SC** chip. If the supply voltage drops below 10.8v, as might happen with a power supply fault, the **PIC-SERVO SC** will disable the amplifier and also disable the PID servo. If the voltage again rises above 10.8v, the PID servo will have to be explicitly re-enabled with a command to the **PIC-SERVO SC**. If the supply voltage rises above 54v, as might happen when a motor decelerates and acts as a generator, the **PIC-SERVO SC** will also disable the amplifier, but it will leave the PID servo enabled. This way, the servo will automatically regain control of the motor as the voltage drops back below 54v.

3.4 Limit Switch Inputs

The **PIC-SERVO SC 3PH** board has two limit switch inputs which can be used for overtravel protection. A normally closed limit switch should be connected between the limit switch input and ground. (The limit switch inputs are pulled-up internally to +5v.) When limit switch 1 is hit (*i.e.*, the switch is opened), forward motion of the motor will be inhibited. When limit switch 2 is hit, reverse motion will be inhibited. Note that the limit switch overtravel protection must be enabled with a command to the **PIC-SERVO SC**.

3.5 Step & Direction Inputs

The **PIC-SERVO SC 3PH** has the option of configuring the limit switch inputs as Step & Direction inputs instead. This is useful when using the **PIC-SERVO SC** controller and servo motor as a high performance replacement for a stepper motor and driver. If the Step and Direction inputs are being used, the limit switch inputs are unavailable, and you should connect your limit switches to your stepper indexing system instead.

When Step & Direction mode is enabled, the ADDR_OUT signal may be used to detect a servo fault condition. During normal operation, the ADDR_OUT output will be low. However, if in Step & Direction mode a servo fault condition is detected and the servo is disabled, the ADDR_OUT signal will go HI.

Also when in Step & Direction mode, it is useful for your stepper indexer system to be able to disable the **PIC-SERVO SC** through a TTL level signal. The MCLR input (internally pulled high to +5v) can be pulled low to disable the **PIC-SERVO SC**.

The Step, Direction, ADDR_OUT and MCLR signals all appear on connector JP9 for connecting to your stepper indexing system.

Lastly, the **PIC-SERVO SC** has an internal EEPROM which can be configured to make the board power-up ready to accept Step & Direction signals. The NMCTest program has a "Configure EEPROM" button which will allow you to store the proper startup parameters in EEPROM. When configuring the EEPROM, you should click on the "Restore Current Address", "Enable Amplifier", "Enable Servo", "Enable 3-phase Commutation" and "Enable step/direction inputs" options and then save the parameters. When the board is next powered up, the servo will be enabled and ready to accept step and direction signals.



3.6 EEPROM Configuration

The **PIC-SERVO SC 3PH** board is shipped with the internal EEPROM set for 3-phase mode. (Note that 3-phase mode is always used with this board, even if a brush-type motor is connected.) With the 3-phase mode set in EEPROM, software applications do not need to use the I/O Control command to set this mode. If you ever replace the **PIC-SERVO SC** chip, however, you will probably want to use the NMCTest program (or your own software) to again save the 3-phase option in EEPROM.

3.7 Physical Dimensions

The **PIC-SERVO SC 3PH** board has 6 mounting holes for placing 4 mounting feet in one of two positions. The mounting holes at 2.45" x 1.80" match the pattern for other NMC controller boards, making it simple to stack the boards. The mounting holes at 2.45" x 2.3" provide better stability. The amplifier chips are all mounted along the back edge of the board for convenient attachment to a heatsink.

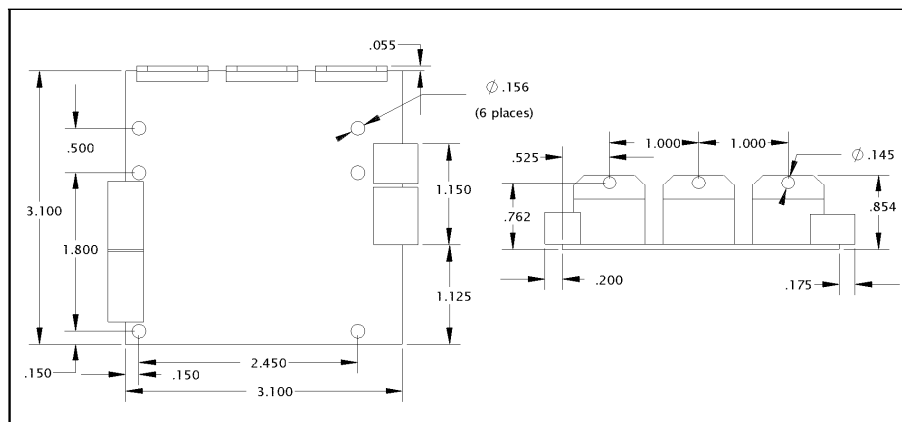


Figure 2 - **PIC-SERVO 3PH** Motor Control Board Dimensions



4. Contact Information

Additional information may be found from these sources:

JEFFREY KERR, LLC**www.jrkerr.com**

Data sheets, application notes and test code may be downloaded from www.jrkerr.com/docs.html. Technical support is provided via e-mail. Please see www.jrkerr.com/contact.html for contact information.



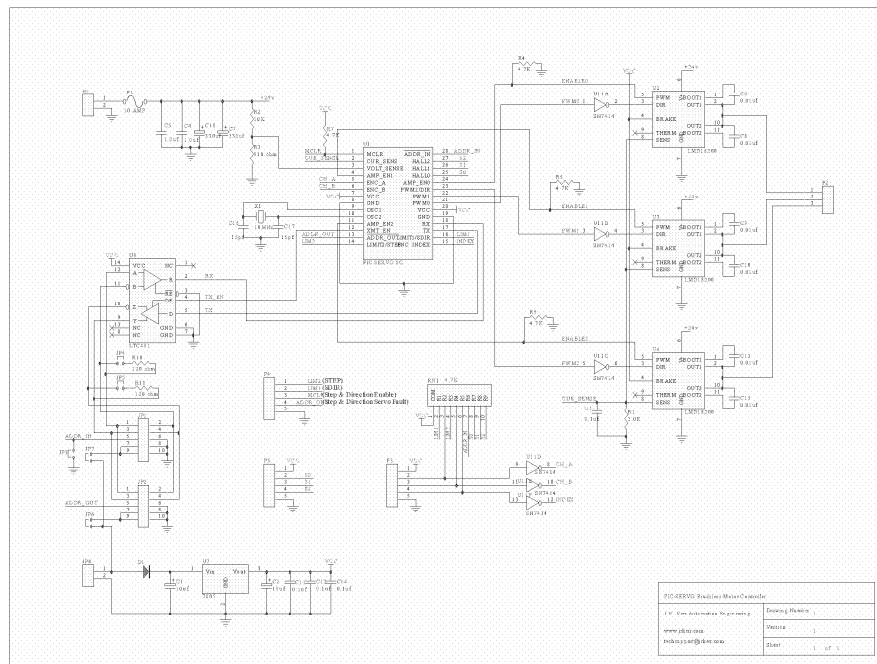


Figure 3 - PIC-SERVO SC 3PH Motor Control Board Schematic





E Contingut del CD

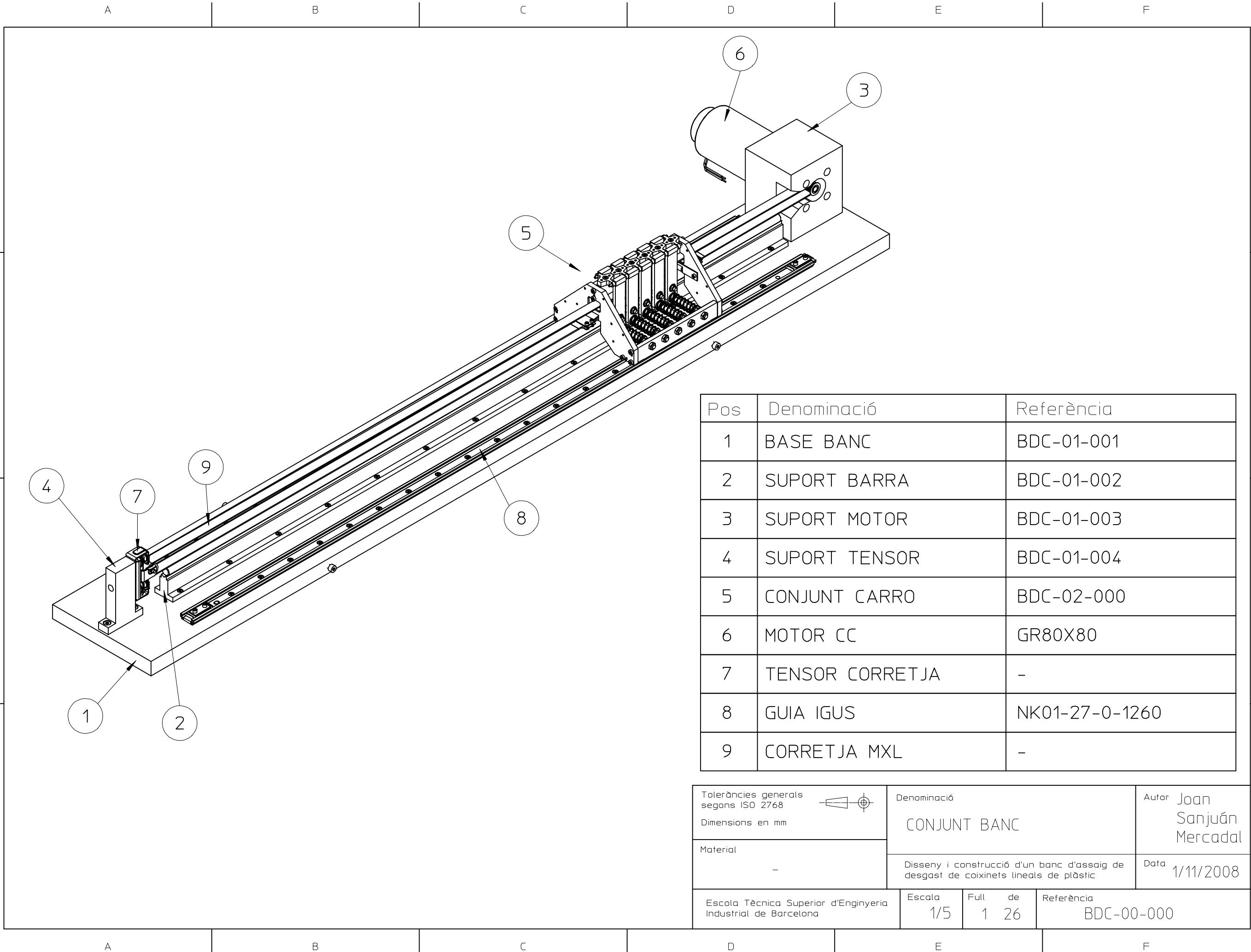
- Memòria [\Memòria.pdf]
- Annexes [\Annexes.pdf]
- Model 3D del banc, en format PKG [\Model 3D\BancDC.pkg]
- Model 3D del banc, en format EASM [\Model 3D\BancDC.easm]
- Model 3D del banc, en format STP [\Model 3D\BancDC.stp]



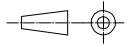
Annex F: Plànols

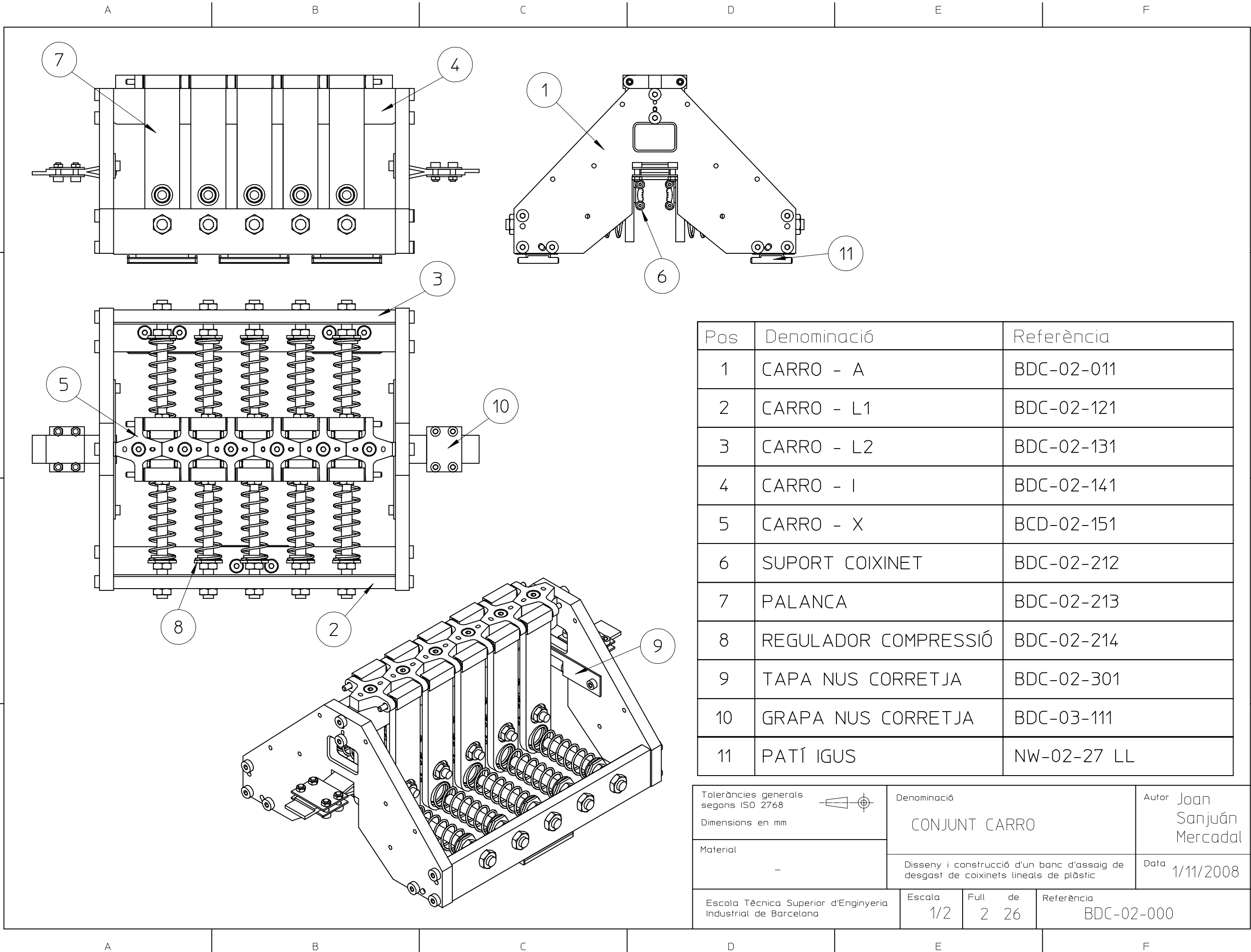
- 1 CONJUNT BANC
- 2 CONJUNT CARRO
- 3 BASE BANC
- 4 SUPORT BARRA
- 5 SUPORT MOTOR
- 6 SUPORT TENSOR CORRETJA
- 7 CARRO – A
- 8 CARRO – L1
- 9 CARRO – L2
- 10 CARRO – I
- 11 CARRO – X
- 12 SUPORT COIXINET
- 13 PALANCA
- 14 REGULADOR COMPRESSIÓ
- 15 TAPA NUS CORRETJA
- 16 GRAPA NUS CORRETJA
- 17 CONJUNT APARELL MESURA
- 18 FORQUILLA COMPARADOR
- 19 MOLLA FLEXIÓ
- 20 BASE ESTRI REFERÈNCIA
- 21 RECOLZAMENT ESTRI REFERÈNCIA
- 22 SUPORT INFERIOR BARRA ESTRI REFERÈNCIA
- 23 SUPORT SUPERIOR BARRA ESTRI REFERÈNCIA
- 24 BARRA ESTRI REFERÈNCIA
- 25 PEÇA REFERÈNCIA ESTRI REFERÈNCIA
- 26 COBERTA





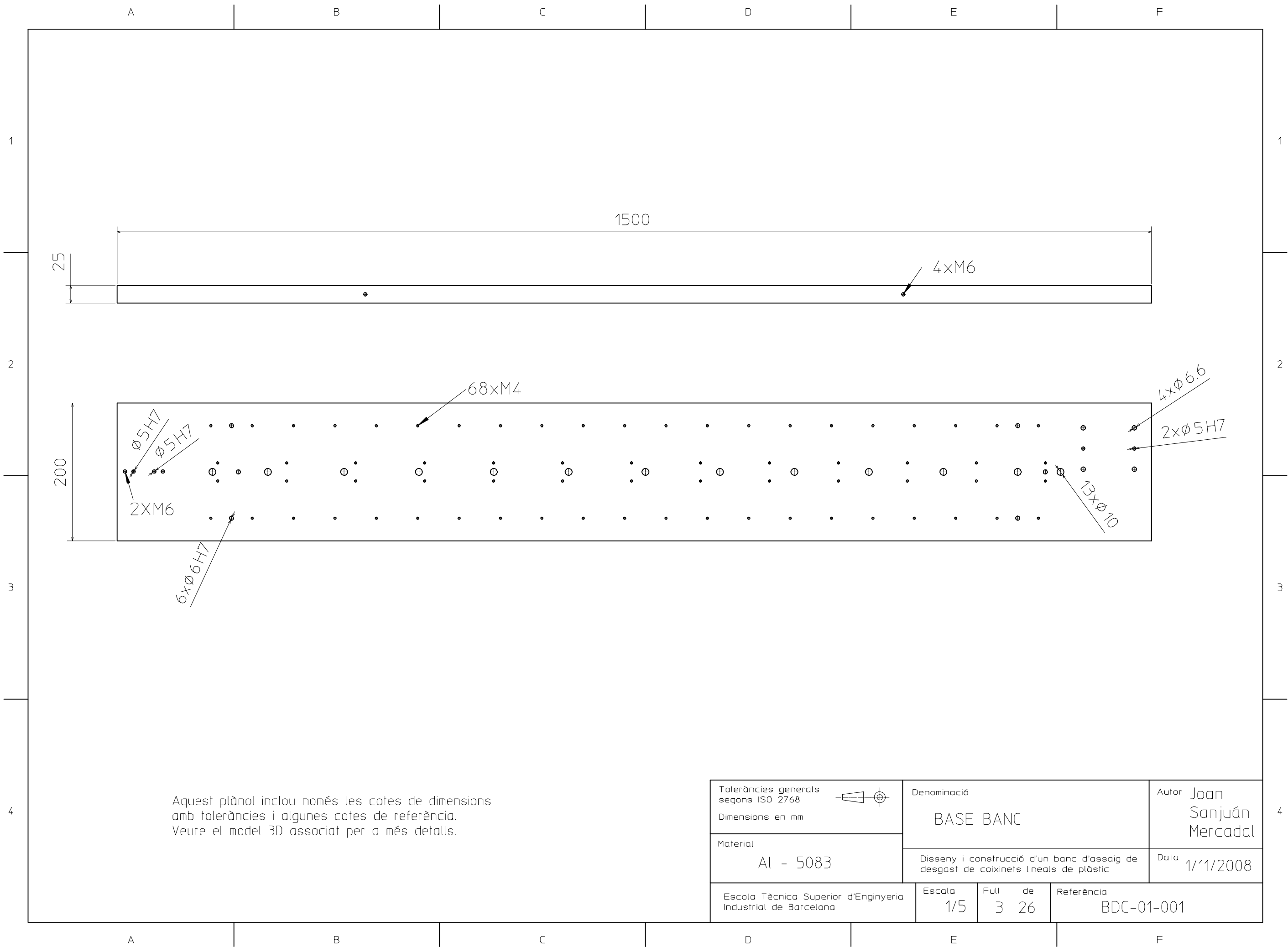
Pos	Denominació	Referència
1	BASE BANC	BDC-01-001
2	SUPORT BARRA	BDC-01-002
3	SUPORT MOTOR	BDC-01-003
4	SUPORT TENSOR	BDC-01-004
5	CONJUNT CARRO	BDC-02-000
6	MOTOR CC	GR80X80
7	TENSOR CORRETJA	-
8	GUIA IGUS	NK01-27-0-1260
9	CORRETJA MXL	-

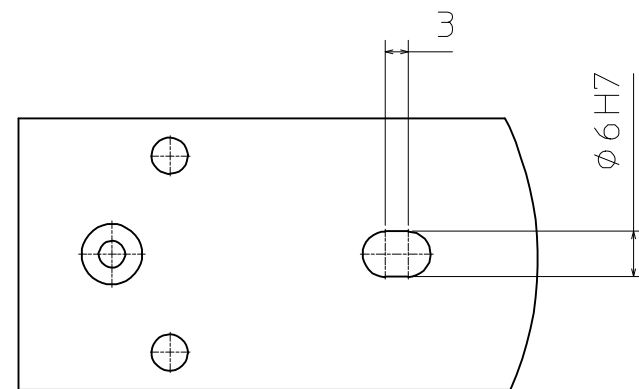
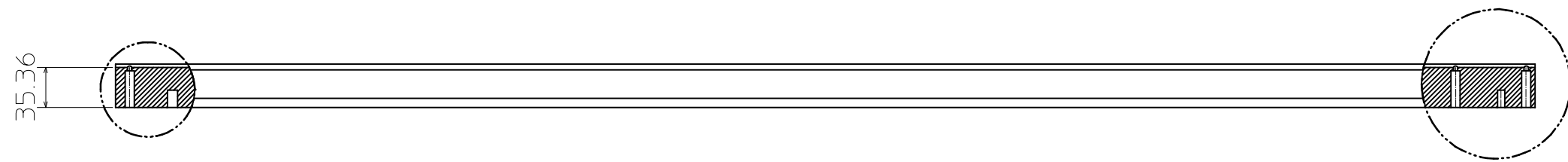
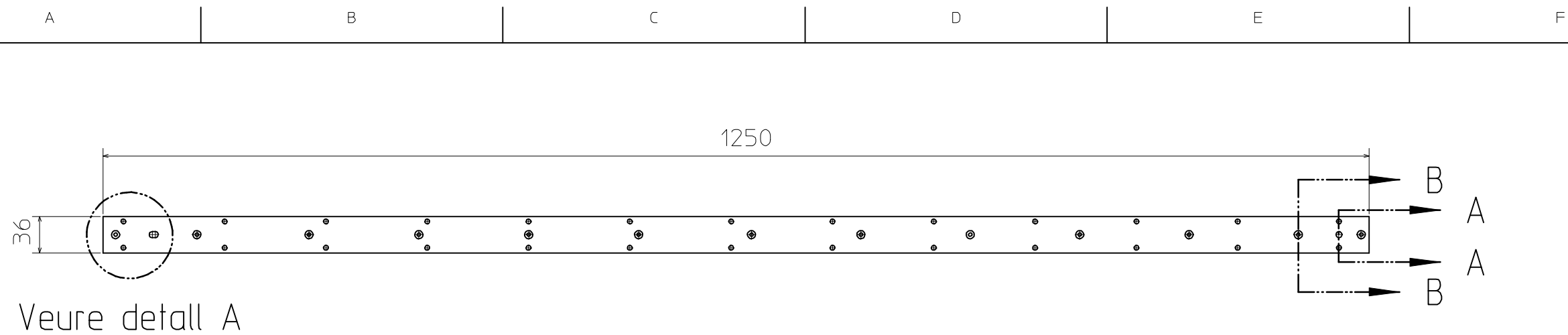
Toleràncies generals segons ISO 2768 Dimensions en mm		Denominació		Autor Joan Sanjuán Mercadal	
		CONJUNT BANC		Data 1/11/2008	
Material	-	Disseny i construcció d'un banc d'assaig de desgast de coixinets lineals de plàstic			
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona		Escala	Full de	Referència	
		1/5	1 26	BDC-00-000	



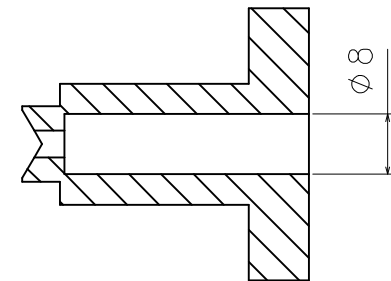
Pos	Denominació	Referència
1	CARRO - A	BDC-02-011
2	CARRO - L1	BDC-02-121
3	CARRO - L2	BDC-02-131
4	CARRO - I	BDC-02-141
5	CARRO - X	BCD-02-151
6	SUPORT COIXINET	BDC-02-212
7	PALANCA	BDC-02-213
8	REGULADOR COMPRESSIÓ	BDC-02-214
9	TAPA NUS CORRETJA	BDC-02-301
10	GRAPA NUS CORRETJA	BDC-03-111
11	PATÍ IGUS	NW-02-27 LL

Toleràncies generals segons ISO 2768 Dimensions en mm	Denominació		Autor Joan Sanjuán Mercadal	
	CONJUNT CARRO		Data 1/11/2008	
Material	-		Disseny i construcció d'un banc d'assaig de desgast de coixinets lineals de plàstic	
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona		Escala 1/2	Full 2 de 26	Referència BDC-02-000

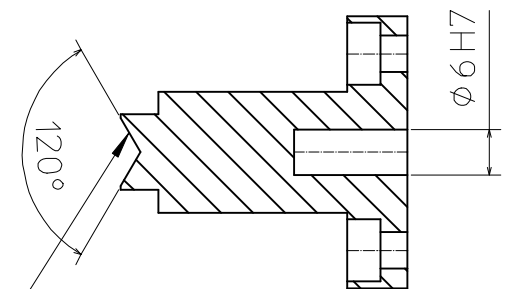




Detall A
Escala 1/1



Secció B-B
Escala 1/1

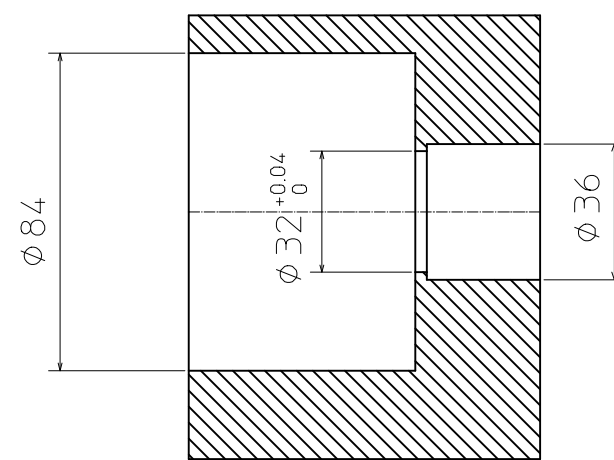
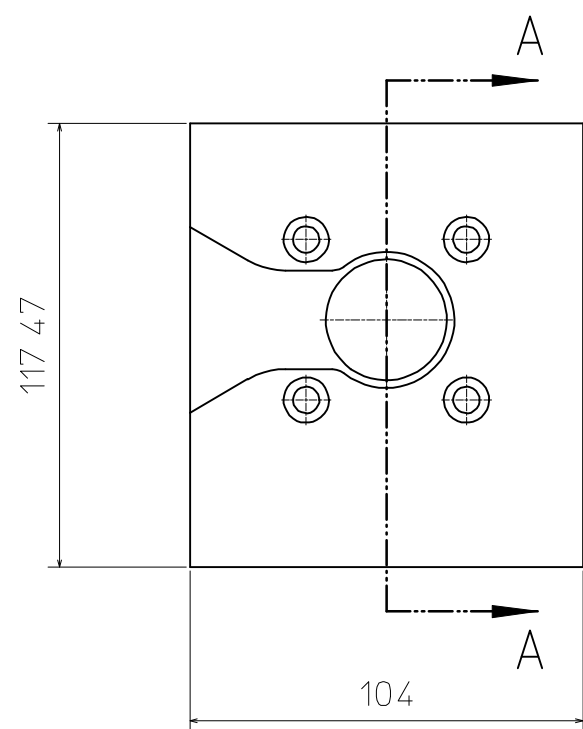
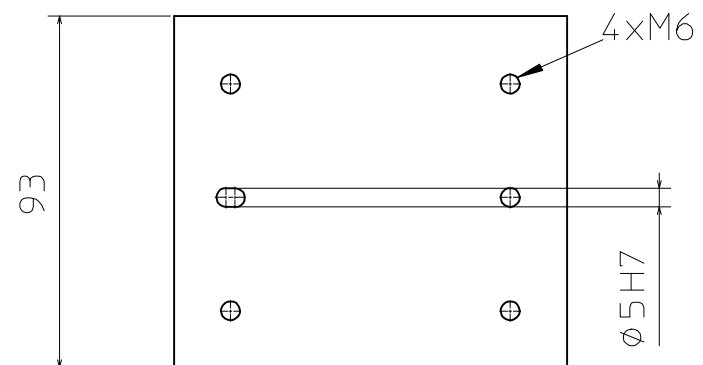


Secció A-A
Escala 1/1

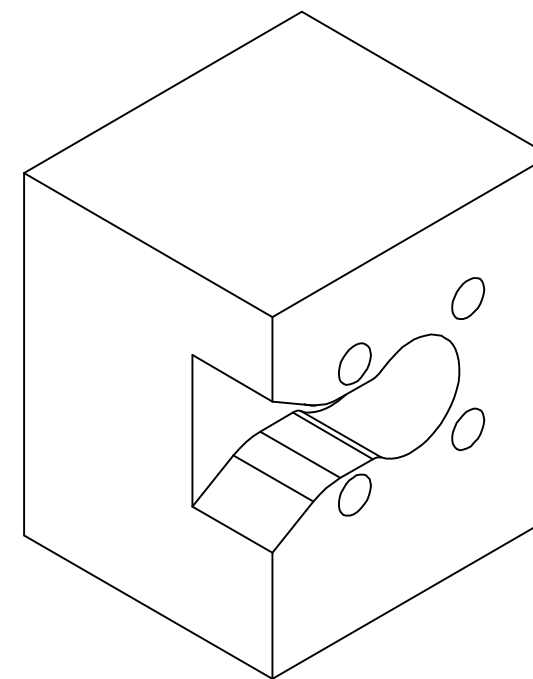
MECANITZAR EN V DESPRÉS
DE COLLAR A LA BASE

Aquest plànol inclou només les cotes de dimensions
amb toleràncies i algunes cotes de referència.
Veure el model 3D associat per a més detalls.


Toleràncies generals segons ISO 2768 Dimensions en mm	Denominació SUPOORT BARRA		Autor Joan Sanjuán Mercadal	
Material Al - 6082	Disseny i construcció d'un banc d'assaig de desgast de coixinets lineals de plàstic		Data 1/11/2008	
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona	Escala 1/5	Full de 4 26	Referència BDC-01-002	



Secció A-A



Aquest plànol inclou només les cotes de dimensions amb toleràncies i algunes cotes de referència. Veure el model 3D associat per a més detalls.

Toleràncies generals segons ISO 2768		Denominació			Autor
Dimensions en mm		SUPORT MOTOR			Joan Sanjuán Mercadal
Material	Disseny i construcció d'un banc d'assaig de desgast de coixinets lineals de plàstic			Data	
Al - 6082				1/11/2008	
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona	Escala	Full de	Referència		
	1/2	5 26	BDC-01-003		

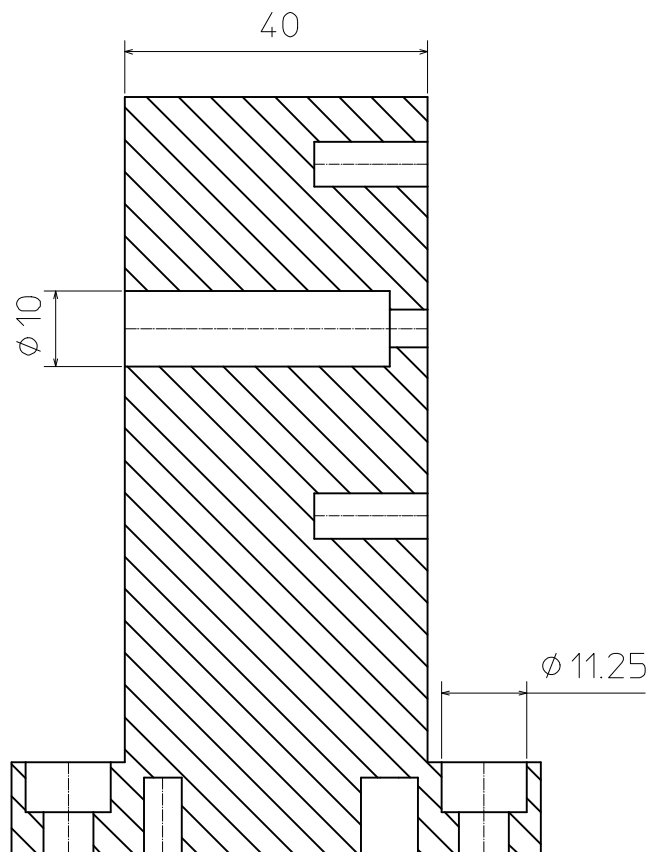
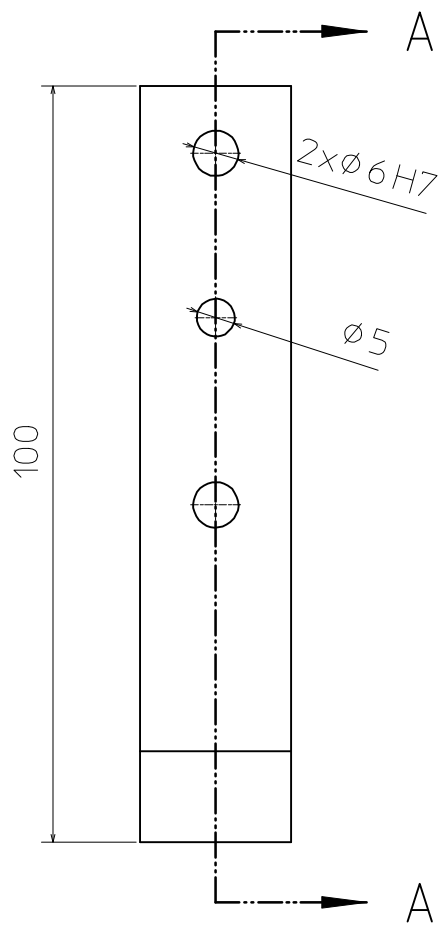
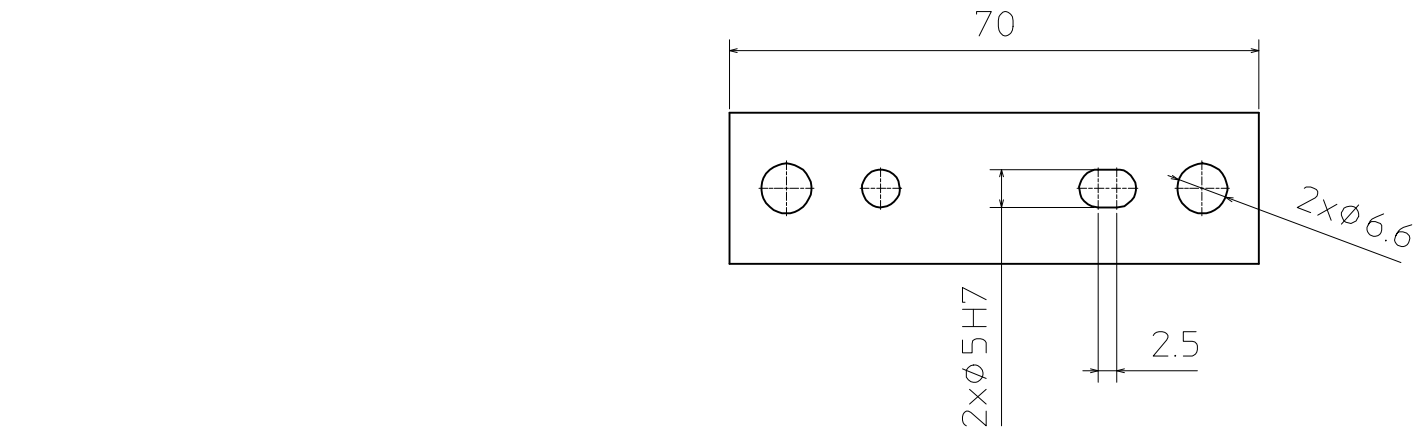
A B C D E F

1

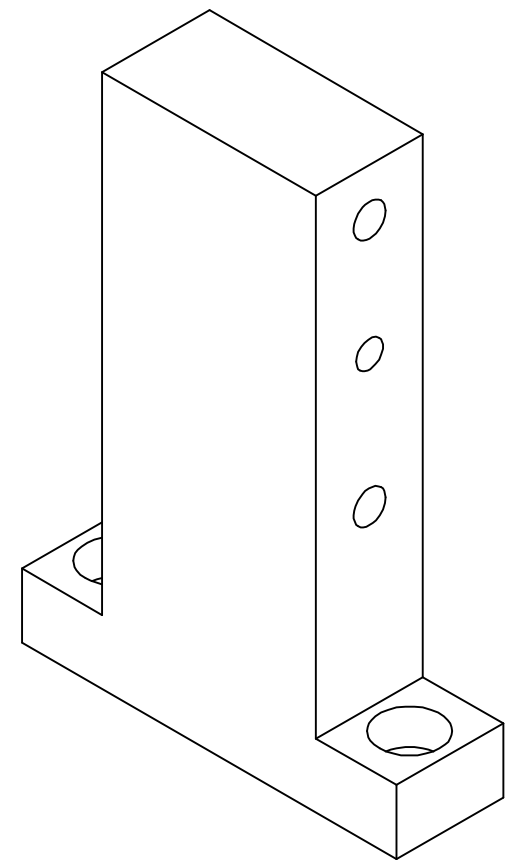
2

3

4



Secció A-A



1

2

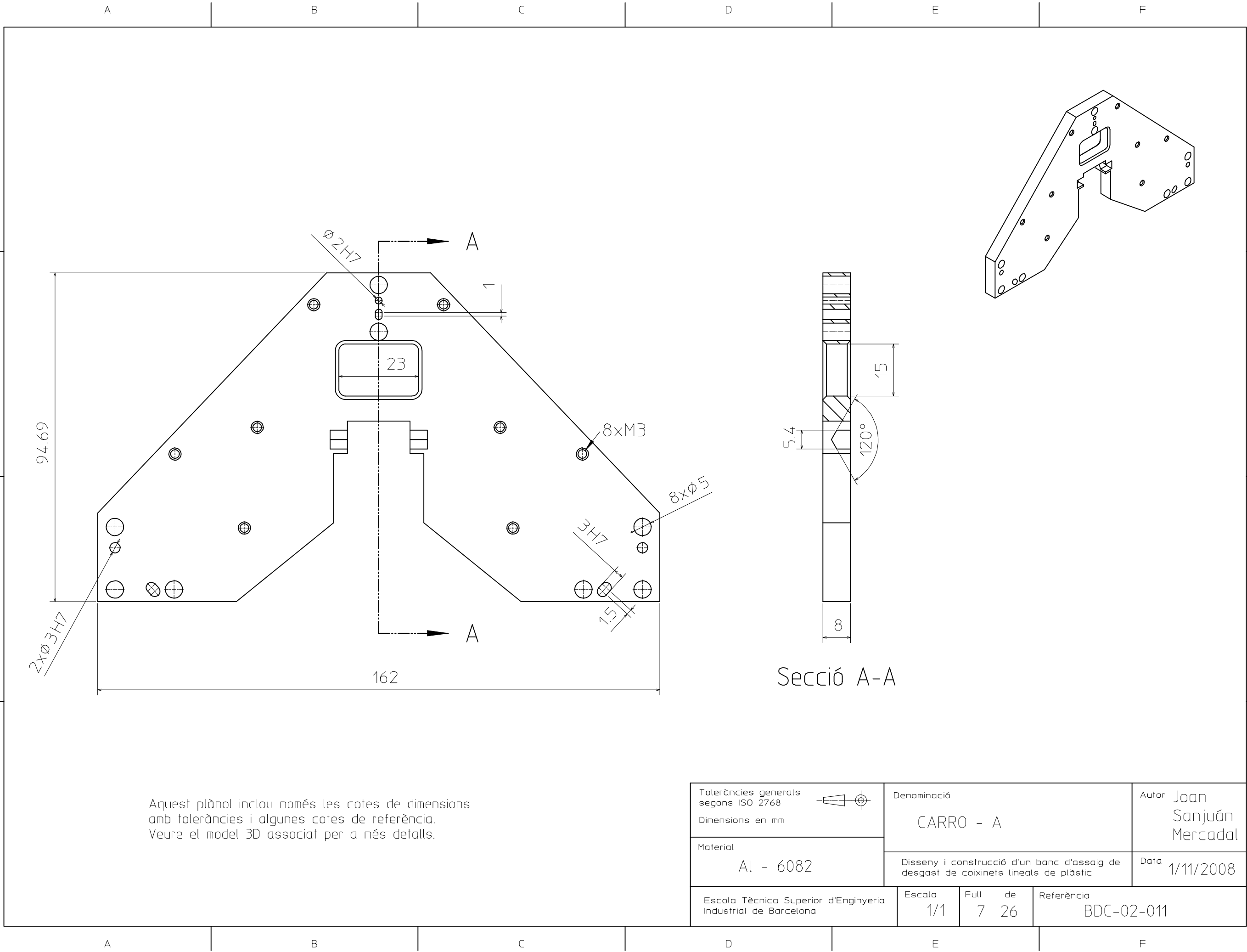
3

4

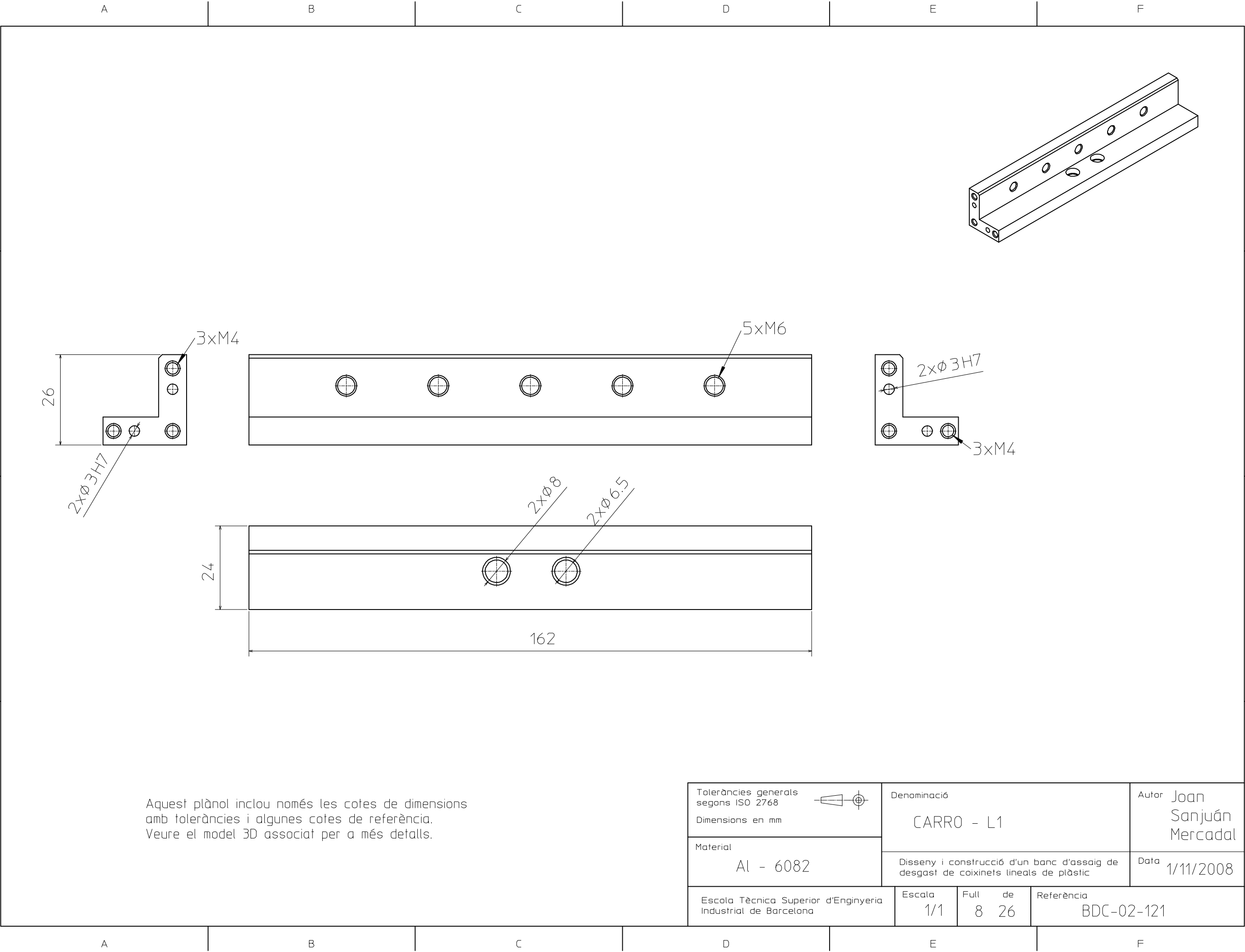
Aquest plànol inclou només les cotes de dimensions amb toleràncies i algunes cotes de referència. Veure el model 3D associat per a més detalls.

Toleràncies generals segons ISO 2768 Dimensions en mm	Denominació SUPORT TENSOR CORRETJA		Autor Joan Sanjuán Mercadal	
			Data 1/11/2008	
Material Al - 6082	Disseny i construcció d'un banc d'assaig de desgast de coixinets lineals de plàstic			
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona	Escala 1/1	Full de 6 26	Referència BDC-01-004	

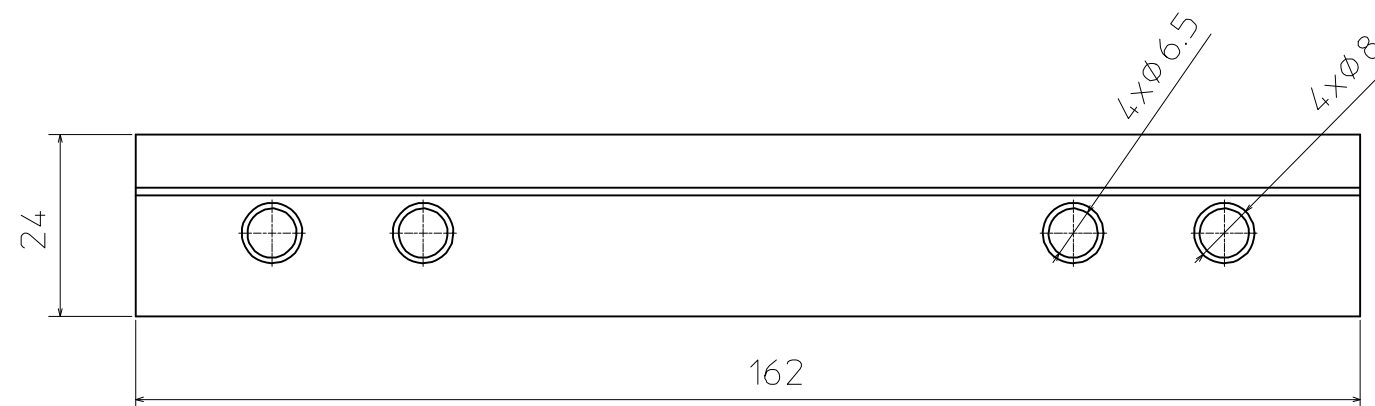
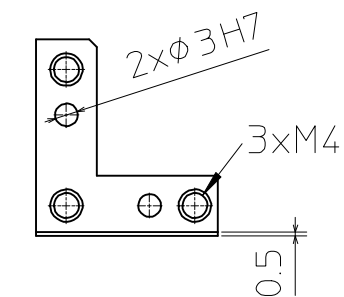
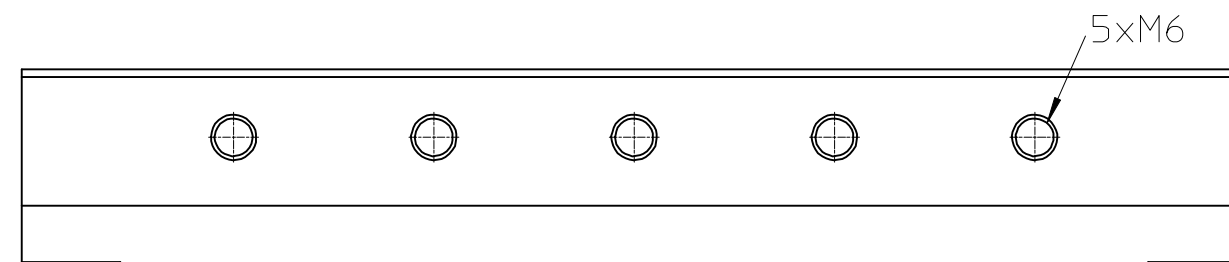
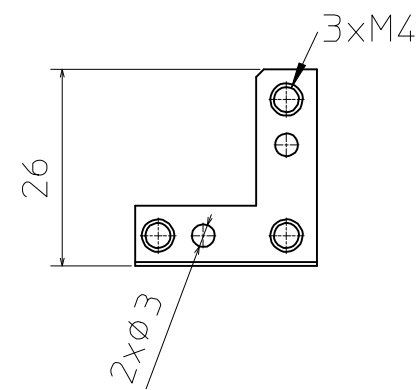
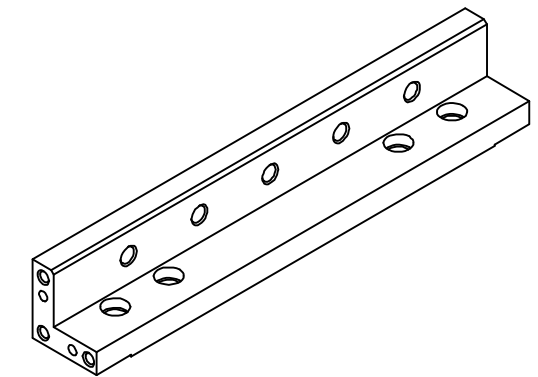
A B C D E F




Aquest plànol inclou només les cotes de dimensions amb toleràncies i algunes cotes de referència. Veure el model 3D associat per a més detalls.

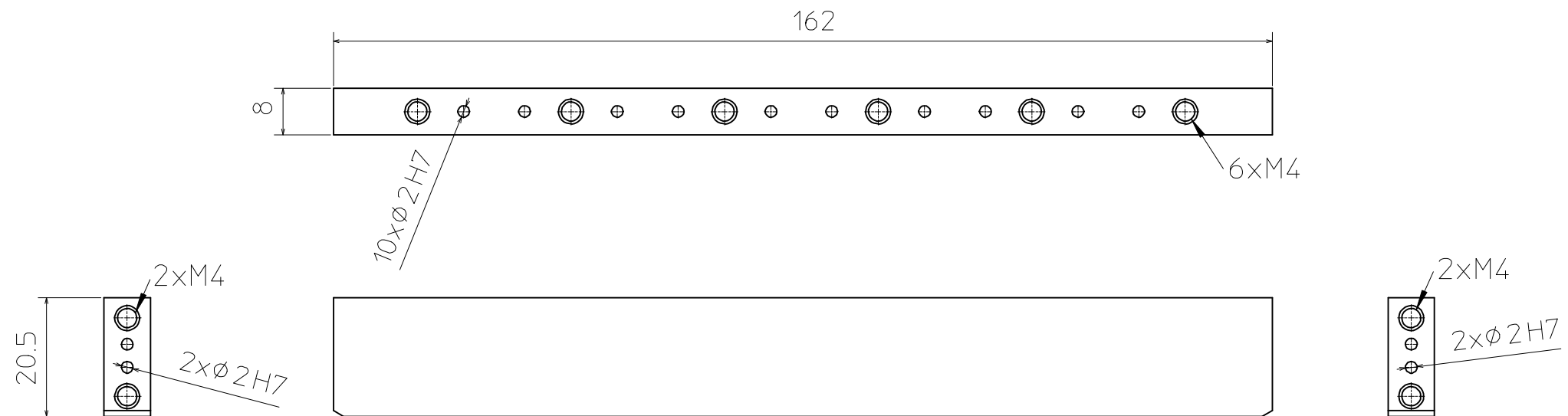
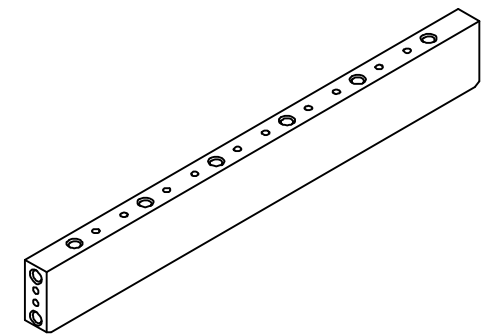


Aquest plànol inclou només les cotes de dimensions amb toleràncies i algunes cotes de referència. Veure el model 3D associat per a més detalls.




Aquest plànol inclou només les cotes de dimensions amb toleràncies i algunes cotes de referència. Veure el model 3D associat per a més detalls.

Toleràncies generals segons ISO 2768			Denominació		Autor Joan Sanjuán Mercadal	
Dimensions en mm			CARRO - L2			
Material			Disseny i construcció d'un banc d'assaig de desgast de coixinets lineals de plàstic		Data 1/11/2008	
Al - 6082						
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona			Escala 1/1	Full de 9 26	Referència BDC-02-131	



Aquest plànol inclou només les cotes de dimensions amb toleràncies i algunes cotes de referència. Veure el model 3D associat per a més detalls.

<p>Toleràncies generals segons ISO 2768</p> <p>Dimensions en mm</p>		<p>Denominació</p> <p>CARRO - I</p>	<p>Autor</p> <p>Joan Sanjuán Mercadal</p>
<p>Material</p> <p>Al - 6082</p>	<p>Disseny i construcció d'un banc d'assaig de desgast de coixinets lineals de plàstic</p>		<p>Data</p> <p>1/11/2008</p>
<p>Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona</p>	<p>Escala</p> <p>1/1</p>	<p>Full de</p> <p>10 26</p>	<p>Referència</p> <p>BDC-02-141</p>

A

B

C

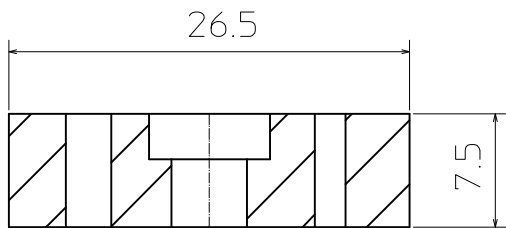
D

E

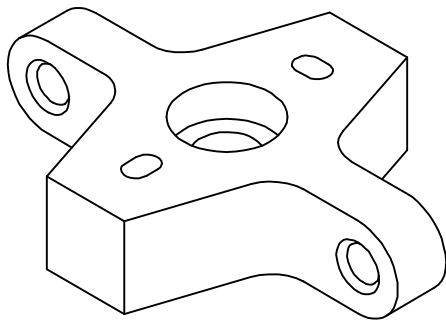
F

1

1

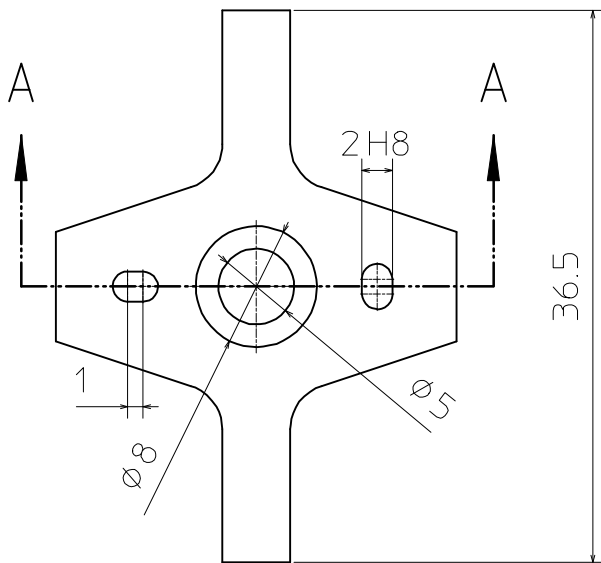
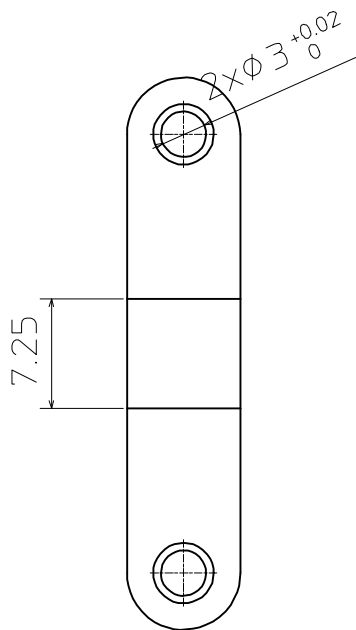


Secció A-A



2

2



3

3

4

4

Aquest plànol inclou només les cotes de dimensions amb toleràncies i algunes cotes de referència. Veure el model 3D associat per a més detalls.

Toleràncies generals segons ISO 2768 Dimensions en mm	Denominació CARRO - X		Autor Joan Sanjuán Mercadal	
			Data 1/11/2008	
Material Al - 6082	Disseny i construcció d'un banc d'assaig de desgast de coixinets lineals de plàstic			
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona	Escala 2/1	Full de 11 26	Referència BDC-02-151	

A

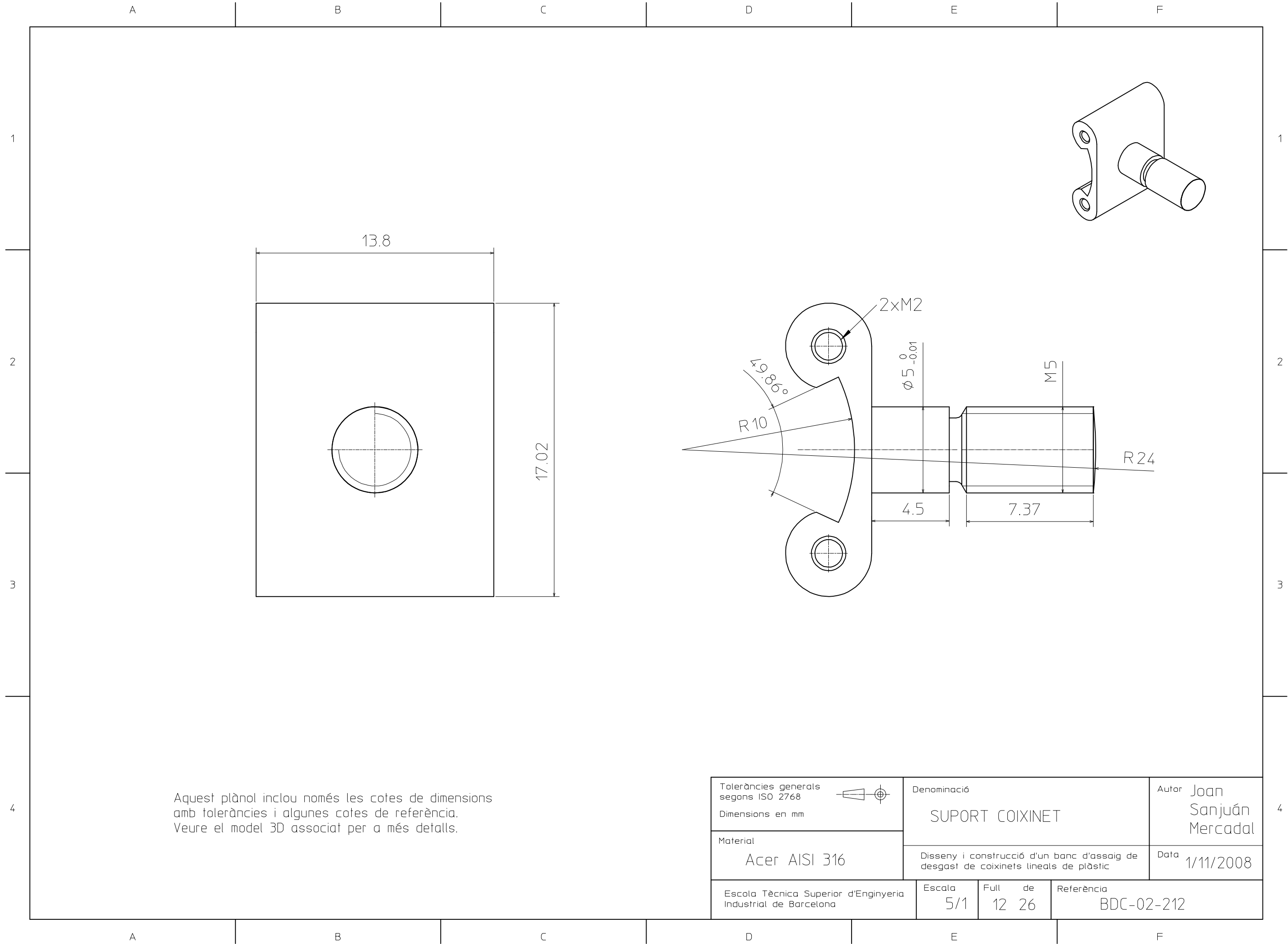
B

C

D

E

F



A

B

C

D

E

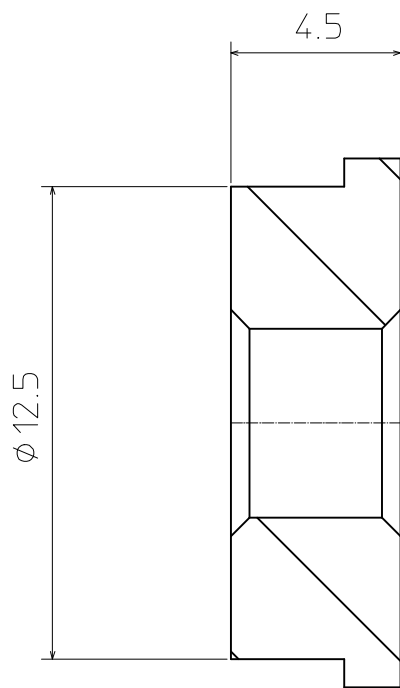
F

1

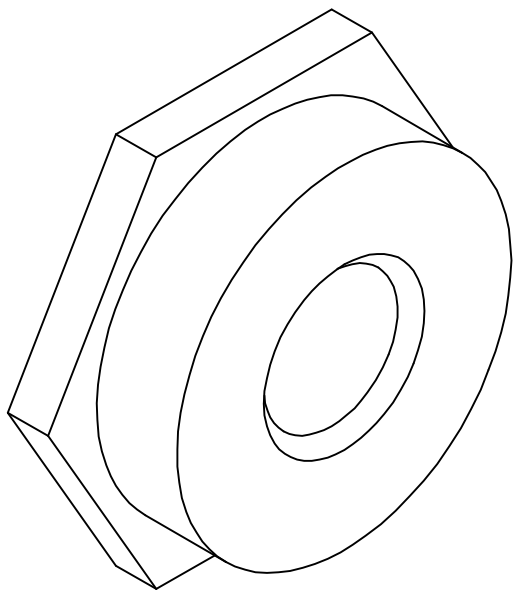
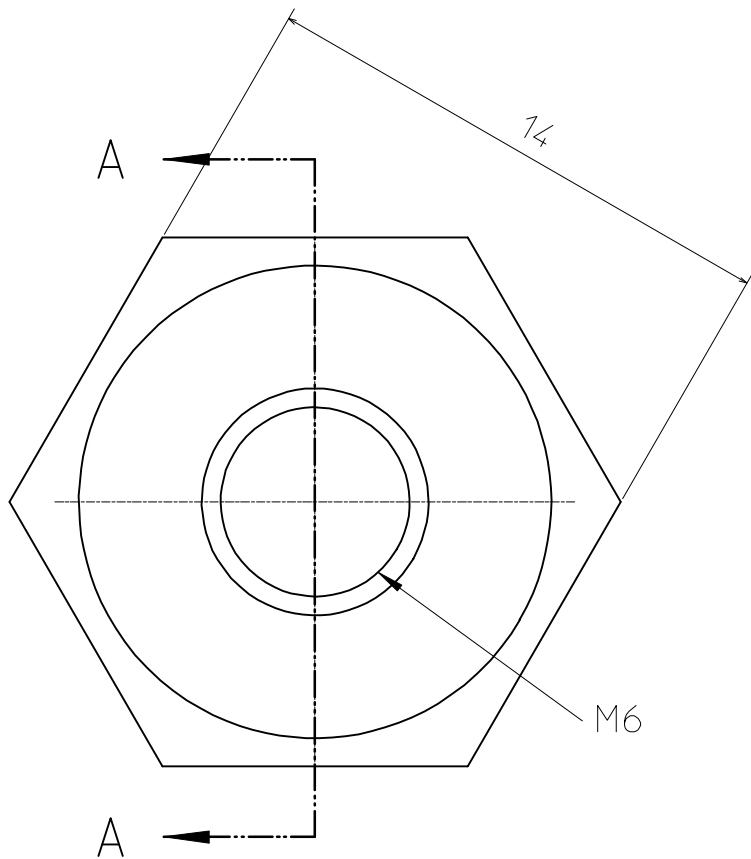
2

3

4



Secció A-A



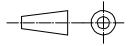
1

2

3

4

Aquest plànol inclou només les cotes de dimensions amb toleràncies i algunes cotes de referència. Veure el model 3D associat per a més detalls.

Toleràncies generals segons ISO 2768 Dimensions en mm			Denominació	Autor
			REGULADOR COMPRESSIÓ	Joan Sanjuán Mercadal
Material	Llautó		Disseny i construcció d'un banc d'assaig de desgast de coixinets lineals de plàstic	Data
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona		Escala	Full de	Referència
		5/1	14 26	BDC-02-214

A

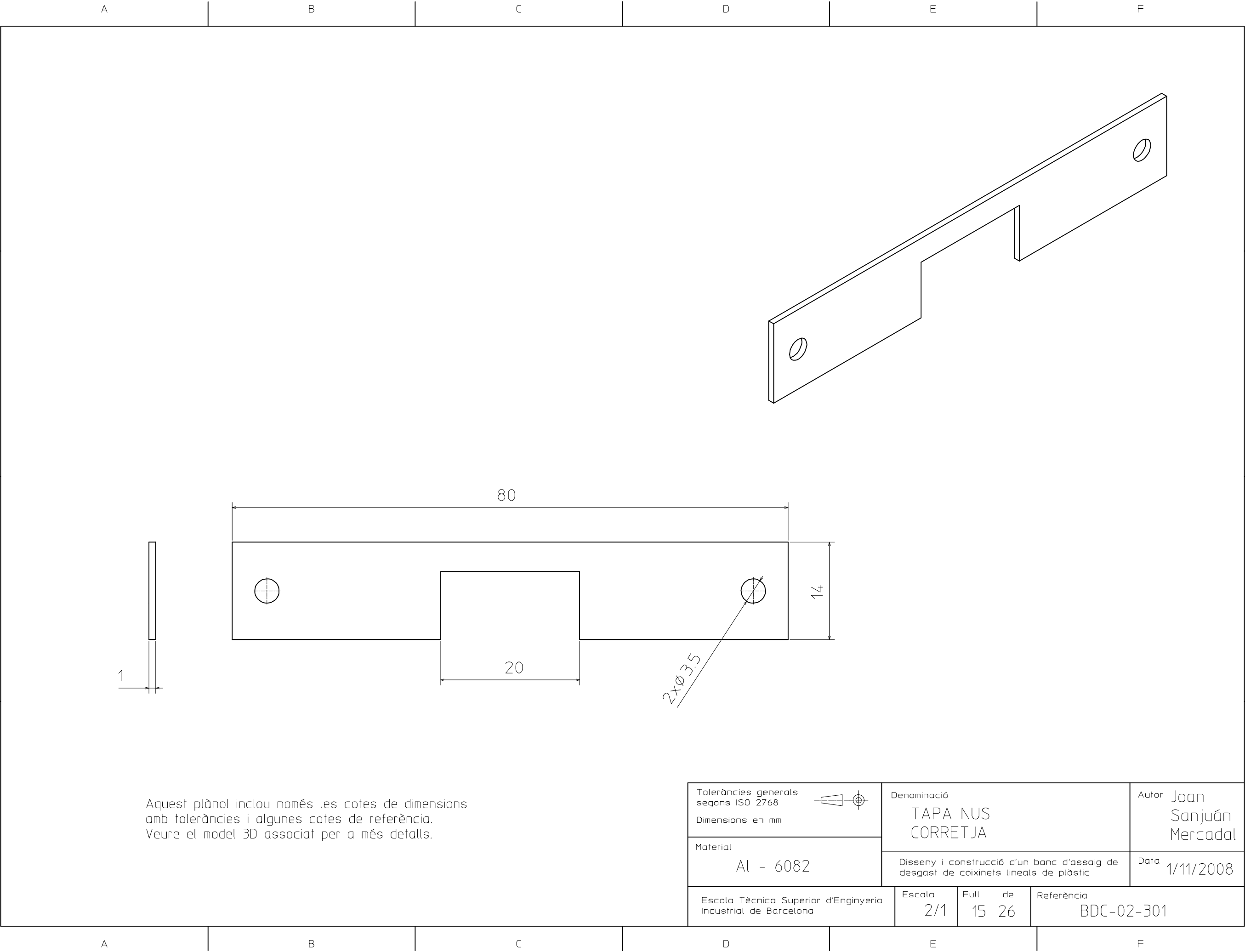
B

C

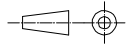
D

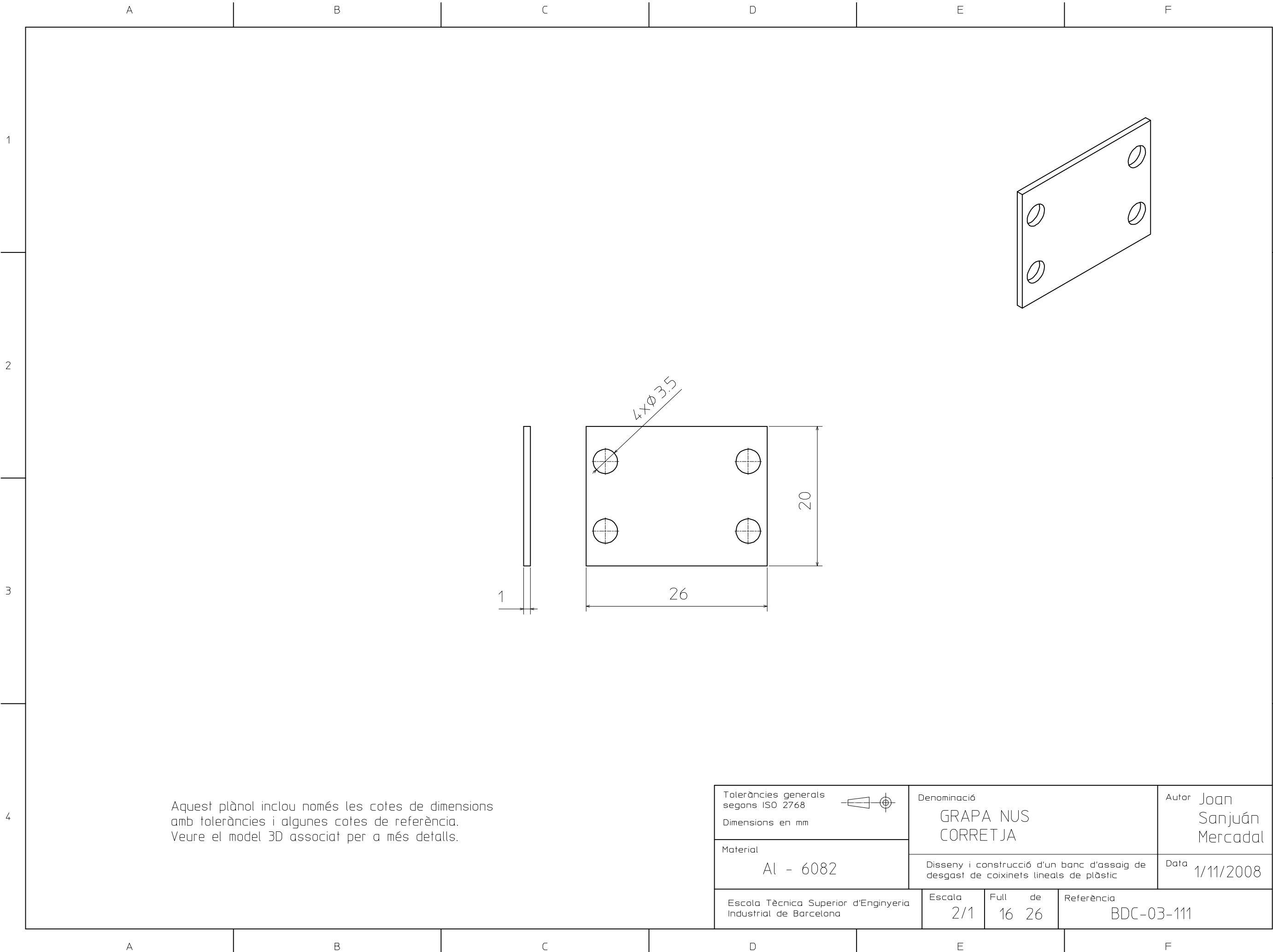
E

F

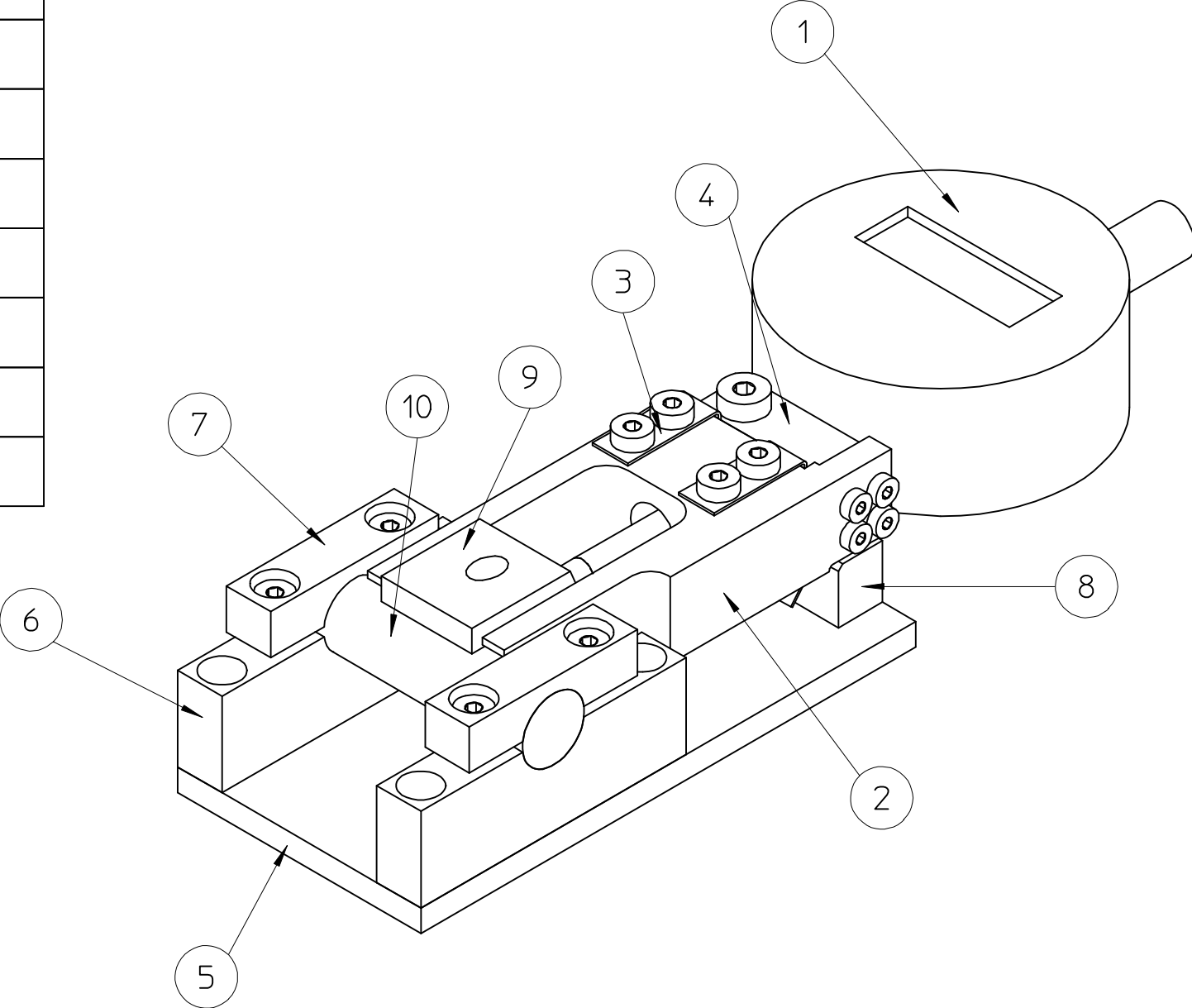



Aquest plànol inclou només les cotes de dimensions amb toleràncies i algunes cotes de referència. Veure el model 3D associat per a més detalls.

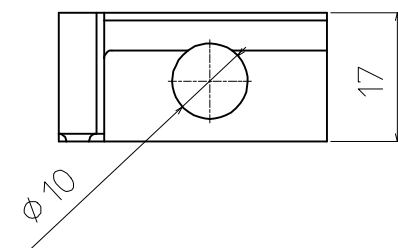
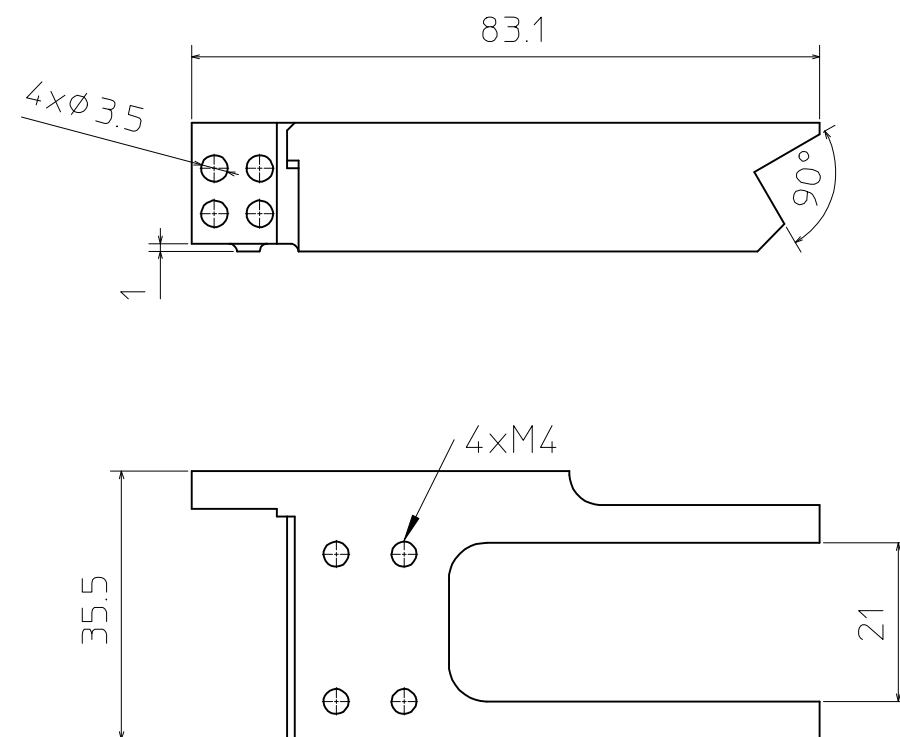
Toleràncies generals segons ISO 2768 Dimensions en mm	 Denominació TAPA NUS CORRETJA		Autor Joan Sanjuán Mercadal	
			Disseny i construcció d'un banc d'assaig de desgast de coixinets lineals de plàstic	
Material Al - 6082			Data 1/11/2008	
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona		Escala 2/1	Full de 15 26	Referència BDC-02-301




Pos	Denominació	Referència
1	COMPARADOR MITUTOYO	ID-S112
2	FORQUILLA COMPARADOR	BDC-04-110
3	MOLLA FLEXIÓ	BDC-04-121
4	PRESONER COMPARADOR	KQM-8
5	BASE ESTRÍ REF.	BDC-04-200
6	SUPORT INF. BARRA	BDC-04-411
7	SUPORT SUP. BARRA	BDC-04-412
8	RECOLZAMENT REF.	BDC-04-300
9	PEÇA REF. ESTRÍ	BDC-04-500
10	BARRA REFERÈNCIA	BDC-04-600

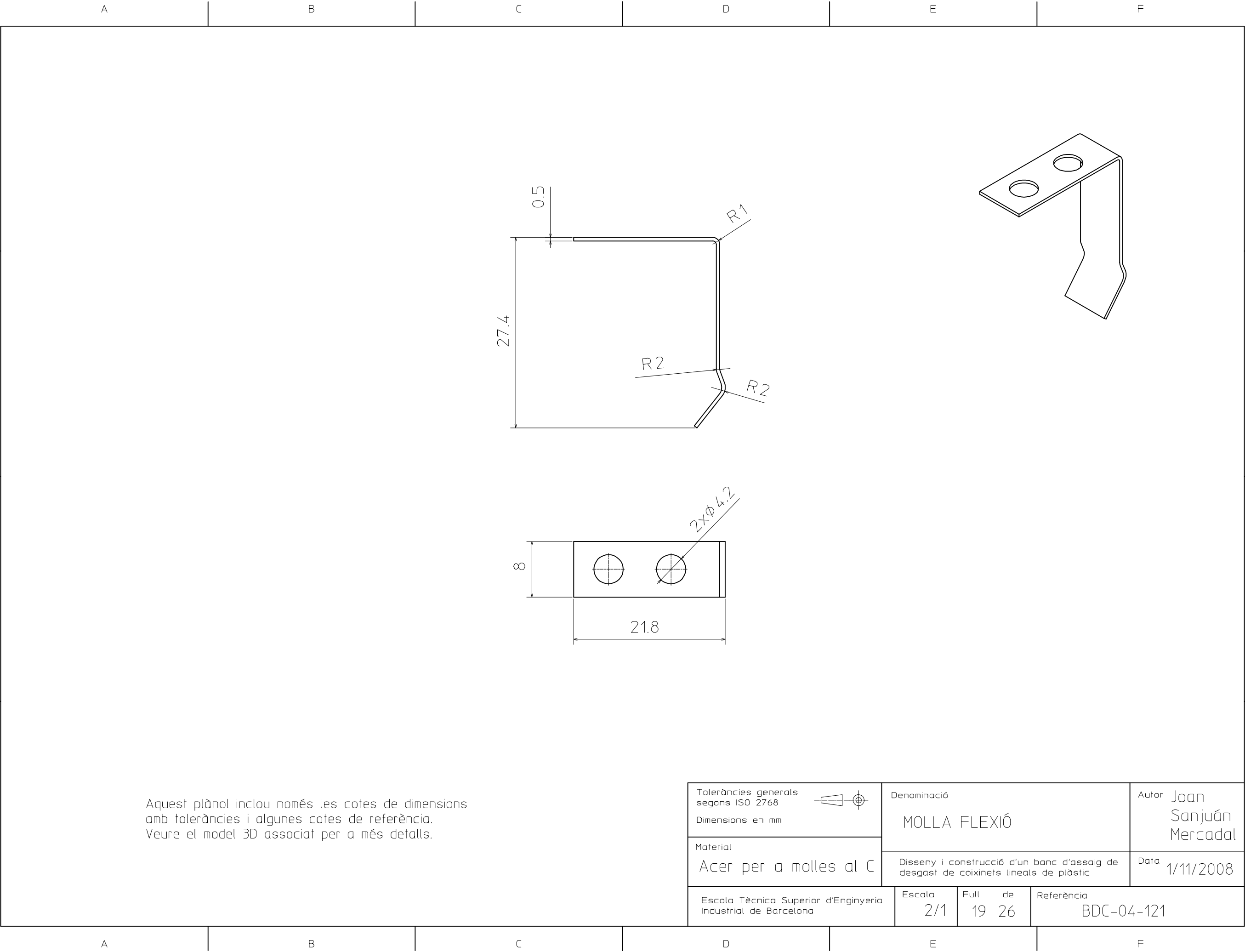


Toleràncies generals segons ISO 2768			Denominació		Autor	
Dimensions en mm			CONJUNT APARELL DE MESURA		Joan Sanjuán Mercadal	
Material			Disseny i construcció d'un banc d'assaig de desgast de coixinets lineals de plàstic			Data
-						1/11/2008
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona			Escala	Full de	Referència	
			1/1	17 26	BDC-04-000	



Aquest plànol inclou només les cotes de dimensions amb toleràncies i algunes cotes de referència.
Veure el model 3D associat per a més detalls.

<div>Toleràncies generals segons ISO 2768</div> <div>Dimensions en mm</div>		<div>Denominació</div> <div>FORQUILLA COMPARADOR</div>		<div>Autor</div> <div>Joan Sanjuán Mercadal</div>
<div>Material</div> <div>Al - 6082</div>	<div>Disseny i construcció d'un banc d'assaig de desgast de coixinets lineals de plàstic</div>		<div>Data</div> <div>1/11/2008</div>	
<div>Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona</div>	<div>Escala</div> <div>1/1</div>	<div>Full de</div> <div>18 26</div>	<div>Referència</div> <div>BDC-04-110</div>	



0.5

27.4

R1

R2

R2

8

21.8

2xØ 4.2

A

B

C

D

E

F

1

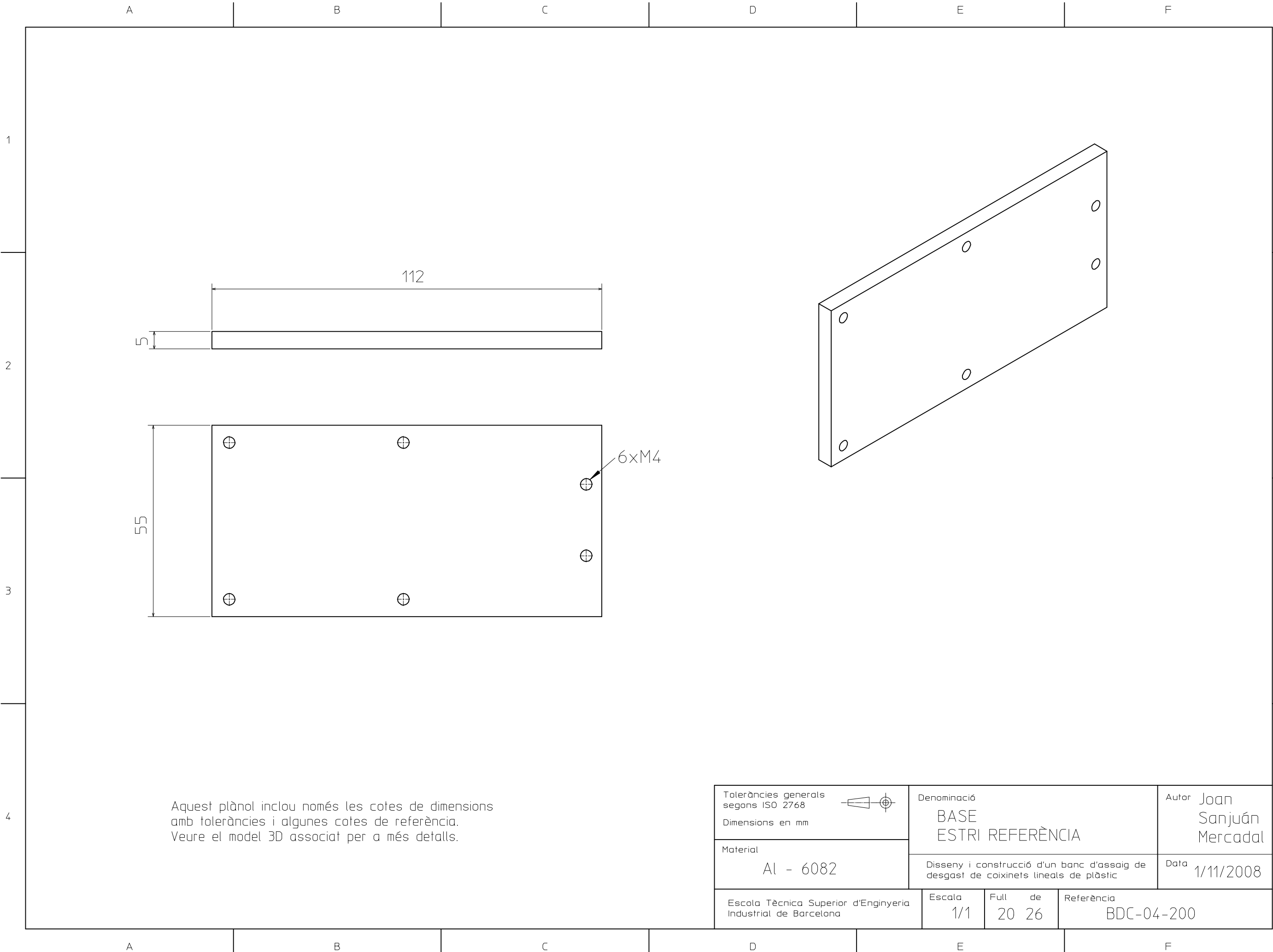
2

3

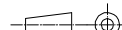
4

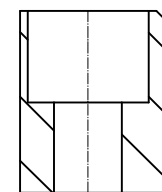
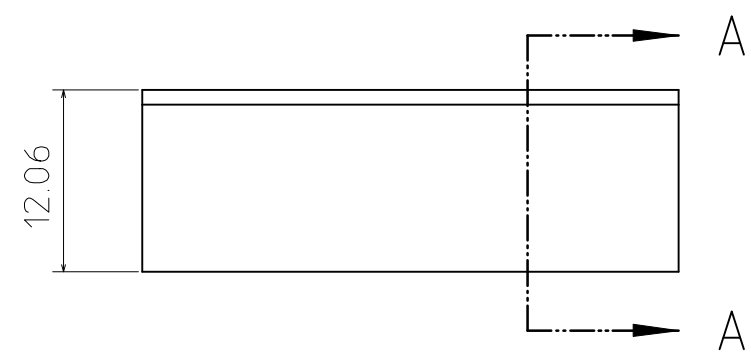
Aquest plànol inclou només les cotes de dimensions amb toleràncies i algunes cotes de referència. Veure el model 3D associat per a més detalls.

Toleràncies generals segons ISO 2768 Dimensions en mm	Denominació		Autor
	MOLLA FLEXIÓ		Joan Sanjuán Mercadal
Material	Disseny i construcció d'un banc d'assaig de desgast de coixinets lineals de plàstic		Data
Acer per a molles al C			1/11/2008
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona	Escala	Full de	Referència
	2/1	1926	BDC-04-121

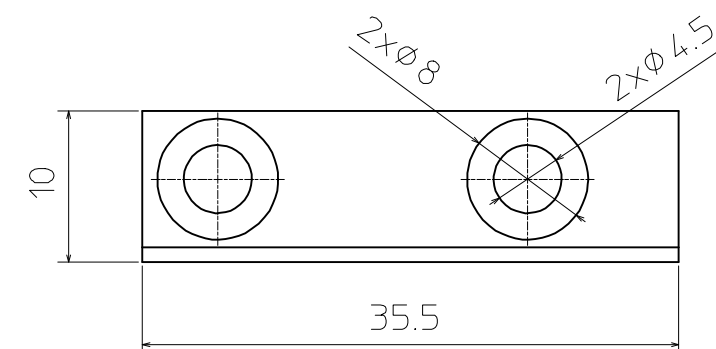


Aquest plànol inclou només les cotes de dimensions amb toleràncies i algunes cotes de referència. Veure el model 3D associat per a més detalls.


Toleràncies generals segons ISO 2768				Denominació		Autor	
Dimensions en mm				BASE ESTRI REFERÈNCIA		Joan Sanjuán Mercadal	
Material				Disseny i construcció d'un banc d'assaig de desgast de coixinets lineals de plàstic		Data	
Al - 6082						1/11/2008	
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona		Escala	Full de	Referència			
		1/1	20 26	BDC-04-200			

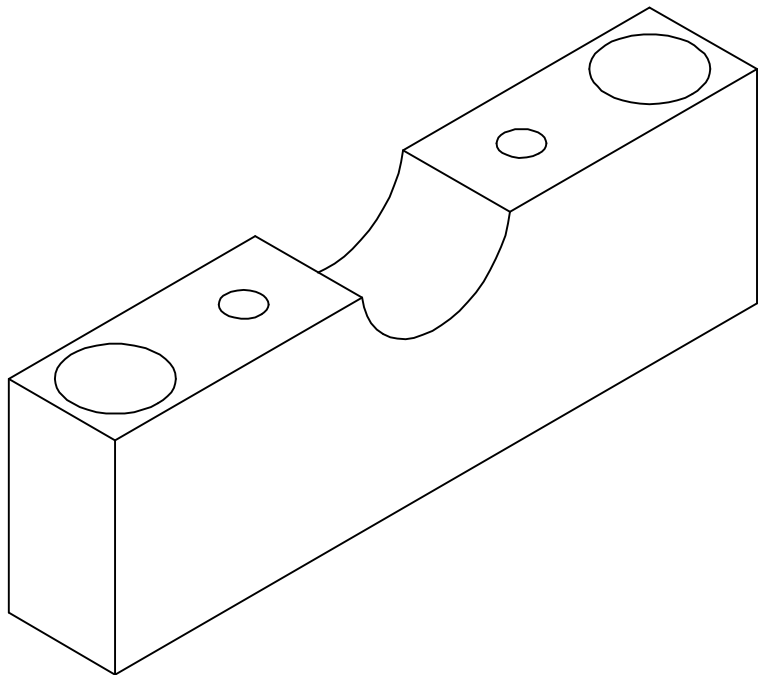
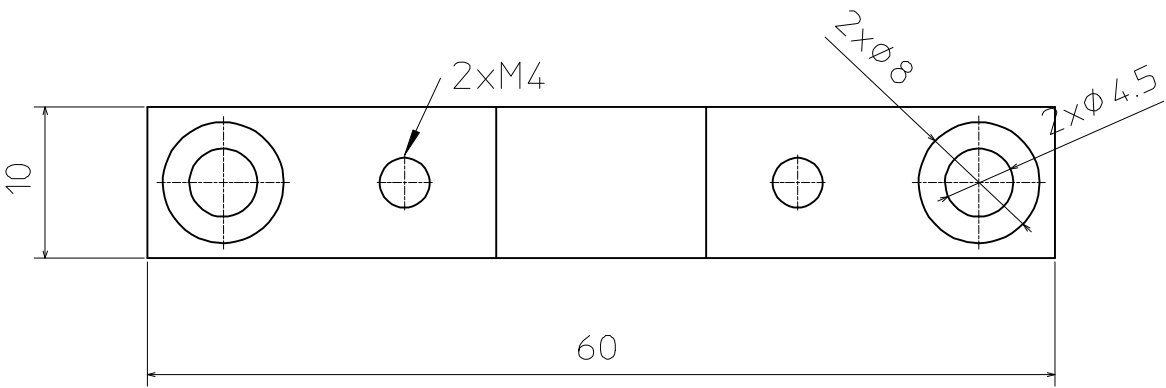
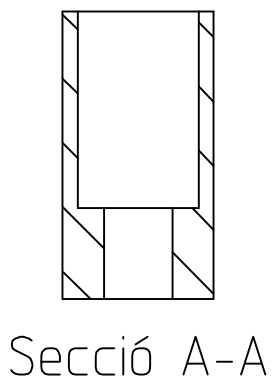
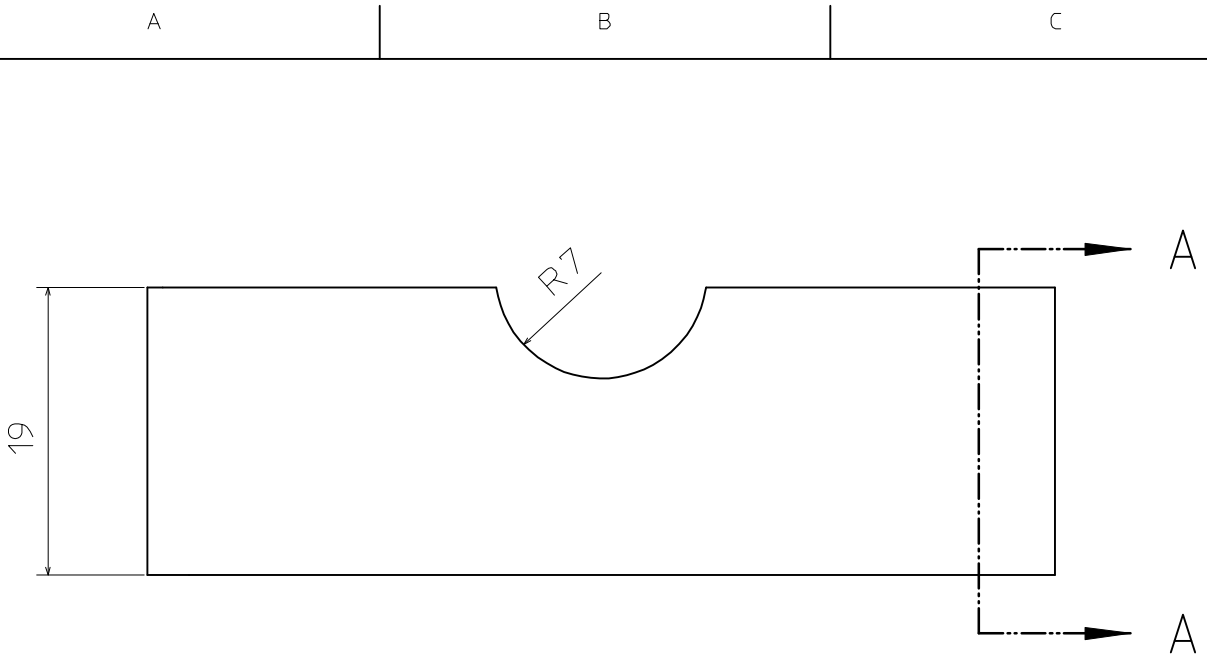


Secció A-A



Aquest plànol inclou només les cotes de dimensions amb toleràncies i algunes cotes de referència. Veure el model 3D associat per a més detalls.

<p>Toleràncies generals segons ISO 2768</p> <p>Dimensions en mm</p>		<p>Denominació</p> <p>RECOLZAMENT ESTRI REFERÈNCIA</p>		<p>Autor Joan Sanjuán Mercadal</p>
<p>Material</p> <p>Al - 6082</p>	<p>Disseny i construcció d'un banc d'assaig de desgast de coixinets lineals de plàstic</p>		<p>Data 1/11/2008</p>	
<p>Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona</p>	<p>Escala</p> <p>2/1</p>	<p>Full de</p> <p>21 26</p>	<p>Referència</p> <p>BDC-04-300</p>	



Aquest plànol inclou només les cotes de dimensions amb toleràncies i algunes cotes de referència. Veure el model 3D associat per a més detalls.

Toleràncies generals segons ISO 2768 Dimensions en mm	Denominació SUPT INFERIOR BARRA ESTRI REFERÈNCIA		Autor Joan Sanjuán Mercadal	
			Data 1/11/2008	
Material Al - 6082	Disseny i construcció d'un banc d'assaig de desgast de coixinets lineals de plàstic			
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona	Escala 2/1	Full de 22 26	Referència BDC-04-411	

A

B

C

D

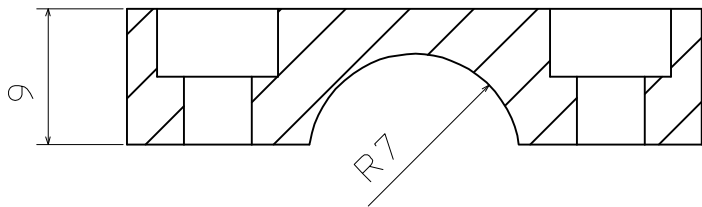
E

F

1

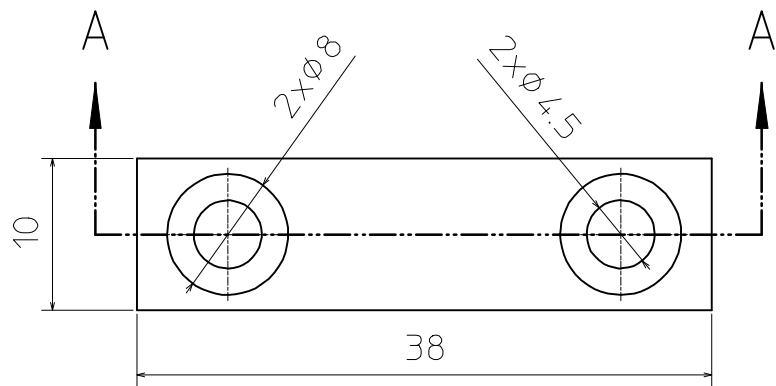
1

Secció A-A



2

2



3

3

Aquest plànol inclou només les cotes de dimensions amb toleràncies i algunes cotes de referència. Veure el model 3D associat per a més detalls.

4

4

Toleràncies generals segons ISO 2768 Dimensions en mm	Denominació SUPT SUPERIOR BARRA ESTRI REFERÈNCIA		Autor Joan Sanjuán Mercadal	
			Data 1/11/2008	
Material Al - 6082	Disseny i construcció d'un banc d'assaig de desgast de coixinets lineals de plàstic			
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona	Escala 2/1	Full de 23 26	Referència BDC-04-412	

A

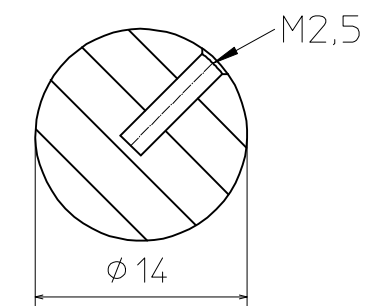
B

C


D

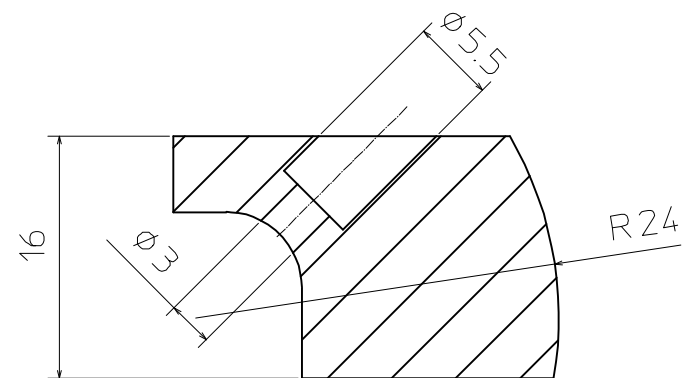
E

F

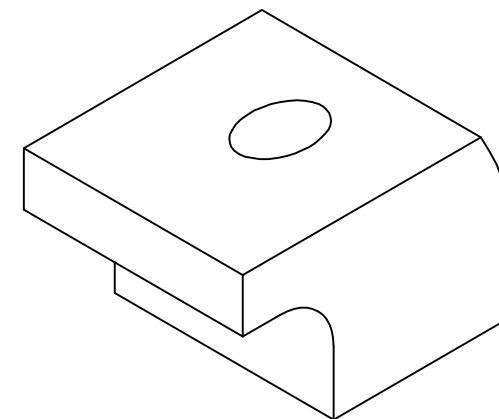
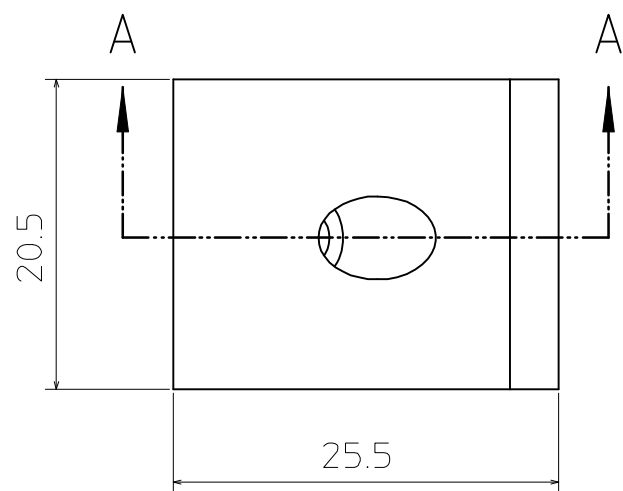


Aquest plànol inclou només les cotes de dimensions amb toleràncies i algunes cotes de referència. Veure el model 3D associat per a més detalls.


Toleràncies generals segons ISO 2768 Dimensions en mm		Denominació BARRA ESTRI REFERÈNCIA		Autor Joan Sanjuán Mercadal
Material Acer AISI 1215 Niquelat	Disseny i construcció d'un banc d'assaig de desgast de coixinets lineals de plàstic			Data 1/11/2008
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona	Escala 2/1	Full de 24 26	Referència BDC-04-600	



Secció A-A



Aquest plànol inclou només les cotes de dimensions amb toleràncies i algunes cotes de referència. Veure el model 3D associat per a més detalls.

<p>Toleràncies generals segons ISO 2768</p>  <p>Dimensions en mm</p>	<p>Denominació</p> <p>PEÇA REFERÈNCIA</p> <p>ESTRI REFERÈNCIA</p>			<p>Autor</p> <p>Joan Sanjuán Mercadal</p>
<p>Material</p> <p>Acer AISI 316</p>	<p>Disseny i construcció d'un banc d'assaig de desgast de coixinets lineals de plàstic</p>			<p>Data</p> <p>1/11/2008</p>
<p>Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona</p>	<p>Escala</p> <p>2/1</p>	<p>Full de</p> <p>25 26</p>	<p>Referència</p> <p>BDC-04-500</p>	

